**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**UNIVERSITE d'ADRAR**

**FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE**

**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTERCHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT**

# Thème

**Traitement physico-chimique des eaux acides (soufre et l'ammoniac) traité dans l'unité de craquage catalytique à la raffinerie SBAA**

**Soutenu le : 22/05/2017**

| **Présenté par :** | **Président de Jury:** |
|---|---|
| **M$^{elle}$**ZAJLOU Dounya | Mr.LARIBI Slimane, URER.MS ADRAR |
| **M$^{elle}$**DERDOUR Denya | |

| **Encadré par :** | **Examinateur** |
|---|---|
| Dr.HARROUZ Abdelkader, U. Adrar | Mr.BERCHID Abdesslame, U. Adrar |

Année Universitaire 2016/2017

# Dédicace ;

A cœur vaillant rien d'impossible .

Aconscience tranquille tout est accessible.

Souhaitant que le fruit de mes efforts fournis .

Jour et nuit, je mènera vers le bonheur fleuri .

Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys.

Nous prions dieu que cette soutenance .

Fera signe de perseverance.

Et que je serais enchantés .

Par mon travailhonoré.

**Je didie mon modest travail ;**

**A MES CHERS PARENTS ;**

Affables, honorables, aimables : vous représentes pour moi le symbol de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi .votre prière et tes bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous mérites pour tous les sacrifices que vous n'ont cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mes chers seoursqu'elles sont mes sources de m'encouragement durant ma vie scolaire, que je suis fière de vous (Nesrine et Nacera).

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé,qui étaient toujours à mes cotés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études , mes aimables amis, collègues d'étude

A Dounia, mon amie intime et mon binôme qui m'accompagne dès l'enfance.

**DOUNI A**

# Dédicace

Je dédie ce modest travail ;

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifie pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradie, à vous "mon père".

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur; "maman" que j'adore.

Je prie le Dieu de les bénir sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères (Zakaria et Mohamed) et mes sœurs (Soulef, Asma, Imane), je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides et encouragement.

A Dounia, mon amie intime et mon binôme qui m'accompagne dès l'enfance.

A tous ceux qui, un jour, ont pensé à moi, les plus beaux mots ne seraient exprimer ma respect, ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité d'une amitié intime

Je vous dédie le fruit de mon travail.

**Dounya**

# Remerciment

Au début, nous remercions Dieu qui nous a donné la volonté et la source de notre force et courage tout au long de nos études

Nous tiens à remercier tous les personnes qui ont participé de différentes façons à la réussite de notre stage et plus particulièrement les personnes que nous citons ci-dessous.

L'équipe de laboratoire Qqui nous ont conseillée et ont répondu régulièrement à notre questions tout au long de notre stage.

Madame **BESBESS**, la directrice des ressources humaines (DRH) qui a établi notre convention.

Monsieur Aiache , Directeur de la raffinerie de Sbaa qui a bien voulu nous accueillir comme stagiaire dans son entreprise

Nous tiens à remercier toutes les personnes de laboratoire de Sbaa qui ont contribué à rendre mon stage intéressant et formateur.

Nous remercions tous professeurs de département de science et de la technologie et notre encadreur Mr .**Hrrouz Abdelkader et notre Co-encadreur Mr.Dalil Youcef.**

Et nous tiens à remercier toute personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

## Résumé

Les activités industriels ont contribués au développement des pays mais ils ont aussi génères plusieurs types de pollution .un grand nombre des raffineries comme le cas de la raffinerie d'Adrar produisent des quantités importantes des eaux usées tel que les effluents acides qui ils ont chargés en matièrenocifs, qui son rend une véritable menace pour l'environnement .la protection de l'environnement nécessite une bonne gestion de ces effluents .Pour cela, une section dans l'unité de craquage catalytique est réservé spécialement pour le traitement des eaux acides

L'objectif de ce travail est d'étudier le procédé de traitement de l'eau acide effectuée au niveau de la raffinerie d'Adrar, ainsi que une proposition de traitement chimique au niveau de la section 800 de l'RFCC. Celle-ci constitue une alternative très bénéfique pour sauvegarder l'environnement et les équipements.

## Abstract

Industrial activities have contributed to the development of countries but have also generated several types of pollution. Many refineries, such as the Adrar refinery, produce large quantities of wastewater such as acid effluents, Environmental protection requires good management of these effluents. For this purpose, a section in the catalytic cracking unit is reserved especially for the treatment of acidic waters.

The objective of this work is to investigate the acid water treatment process at the Adrar refinery, as well as a proposal for chemical treatment in the 800 section of the RFCC. This is a very beneficial alternative for safeguarding the environment and equipment.

# Liste des tableaux


| N°de tableau | Titre | N°de page |
|---|---|---|
| 1 | Les normes des rejets liquides industriels décret exécutif 06-141 | 20 |
| 2 | Les quantités et les pourcentages des produits obtenus de la raffinerie d'Adrar | 23 |
| 3 | Principale spécification du brut de la raffinerie d'Adrar | 27 |
| 4 | Principale caractéristique de brut mélangé | 28 |
| 5 | Caractéristique physico-chimique liées a la structure naturelle de l'eau | 44 |
| 6 | Caractéristique concernant les substance indésirables | 44 |
| 7 | Composition chimique de la réactif Nessler | 46 |
| 8 | Situation de l'Ammonium a partir des concentration mesurer | 52 |
| 9 | Concentration en ammoniac en fonction de la valeur de PH | 52 |
| 10 | Résultat de la concentration de l'Ammonium à partir de l'absorbance | 54 |
| 11 | Concentration hebdomadaire du sulfite | 55 |
| 12 | PH hebdomadaire de l'eau acides | 56 |
| 13 | Principale caractéristique de la chaux éteinte $Ca(OH)_2$ | 59 |
| 14 | Evolution de PH des eaux acides au cours du traitement a la chaux | **59** |

# Liste des figures


| N° de la figure | Titre | N° de page |
|---|---|---|
| **1** | Floculant PAM | 16 |
| **2** | Coagulant PAC | 17 |
| **3** | Situation de la raffinerie SORALCHINE | 22 |
| **4** | L'organigramme des aires de SBAA | 24 |
| **5** | Les différents gisements alimentant la raffinerie | 26 |
| **6** | Pompe à chevalet | 27 |
| **7** | Le dérailleur | 31 |
| **8** | Les bacs de déshuilage physique | 33 |
| **9** | bassin de floculation chimique | 34 |
| **10** | Le floculant polychlorure d'aluminium | 35 |
| **11** | Le coagulant polyacrylamide | 35 |
| **12** | Les Désmulsifaints | 36 |
| **13** | Les basins bacteriologies | 38 |
| **14** | L'unité de craquage catalytique | 40 |
| **15** | Dessin simplifié d'un réacteur et régénérateur | 41 |
| **16** | La section 800 | 45 |
| **17** | Le bac de stockage D203-803 | 46 |
| **18** | composition de NH3 par la décomposition de NH4 en fonction de PH | 57 |
| **19** | Lediagramme de prédominance du couple de l'ion ammonium | 58 |
| **20** | Spectrophotomètre | 59 |
| **21** | PH métre | 61 |

# Liste des abréviations

STEP : station d'épuration

ERI : eau résiduaire industriel

(DCO) : Demande chimique en oxygène

($DBO_5$) : Demande biologique en oxygène

COT : Carbone total organique

NT : Azote total

PT :Phosphore total

(SEA) : station d'épuration autonome

(SEC) : station d'épuration collective

MES :matières en suspension

PAMpolyacrylamide

PACPolyAluminium Chloride

FCC : fluide craquage catalytique

CNPC : china Nationale de pétrole corporation

GPL : gaz pétrolier liquéfié

OTRA :Oued Tourhar

CPF : centre pétrolier de forage

RFCC : Résidu Fluide Craquage Catalytique.

PH : potentiel hydrogène

C.D.U : distillation atmosphérique

FIA : Flux Injection Analyseur

# Sommaire

**INTRODUCTION GENERALE……..……..I**
**CHAPITRE I: POLLUTION DES EAUX**
**I.1. Introduction .....1**
**I. 2. Définitions des eaux résiduaires industrielles.....1**
**I.3. Pollution des eaux.....1**
**I.4. Origine des polluants et leurs classifications industrielles .....4**
**I.4.1 Pollution physique .....4**
**I.4.1.1 Pollution mécanique.....4**
**I.4.1.2 Pollution thermique.....5**
**I.4.1.3 Pollution radioactive .....5**
**I.4.2 Pollution chimique.....5**
**I.4.2.1 Pollution organique .....5**
**I.4.2.2 Pollution minérale .....6**
**I.4.3 Pollution microbiologique.....7**
**I.5. Paramètres de mesure de la pollution .....8**
**I.5.1. Paramètres organoleptiques.....8**
**I.5.2 Paramètres physiques .....8**
**I.5.3 Paramètres chimiques.....9**
**I.5.4 Autres paramètres.....11**
**I.6 conclusion .....11**
**CHAPITRE II: TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX USEES INDUSTRIELLES**
**II. 1. Introduction.....12**
**II. 2. Epurations des eaux résiduaires industrielles.....12**
**II. 2.1. Définition des eaux résiduaires industrielles.....13**
**II. 2.2. Les modes des effluents .....13**
**II. 2.3. Station d'épuration .....14**
**II. 2.4. Généralité sur le traitement des effluents .....14**
**II. 2.4.1. Prétraitement .....14**
**II. 2.4.1.1. Le dégrillage .....15**
**II. 2.4.1.2. Le dessablage.....15**
**II. 2.4.1.3. Le dégraissage .....15**
**II. 2.4.2. Traitement primaire (physico-chimique) .....15**
**II. 2.4.2.1. Décantations primaires .....15**
**II. 2.4.2.2. Coagulation – floculation .....15**
**II. 2.4.2.3. Flottation .....17**
**II. 2.4.3. Traitement secondaire (biologique) .....18**
**II. 2.4.4. Traitement tertiaire .....18**
**II. 2.4.4.1.Filtration sur sable.....18**
**II. 2.4.4.2.Filtration a charbon actif .....18**
**II. 2.4.4.2.1.Facteurs qui influencent l'exécution du charbon actif dans l'eau .....18**

**II. 3.Normes et recommandations .....19**
**II.4.Neutralisation des eaux industrielles .....19**
**II.4.1.La neutralisation .....19**
**II.4.2.Principe de la neutralisation .....19**
**II.4.3.Mélange des eaux résiduaires acides et alcalines .....21**
**II.4.4.Filtration sur matériau filtrant neutralisant .....21**
**II.5.Conclusion .....21**
**CHAPITREIII: PRESENTATION DE LA RAFFINERIE SBAA ADRAR**
**III.1. Présentation de la raffinerie SBAA ADRAR .....22**
**III.1.1. Introduction .....22**
**III.1.2. Historique .....22**
**III.1.3. Situation géométrique .....22**
**III.1.4. Capacité de production .....23**
**III.1.5.Les différentes installations de la raffinerie .....24**
**III.1.6. Alimentation de la raffinerie .....26**
**III.1.6.1.Les différents gisements .....26**
**III.1.6.2. Types de pompage .....27**
**III.1.7. Caractéristiques générales de la charge "pétrole brut" .....28**
**III.1.8. Installations auxiliaires de la raffinerie .....28**
**III.1.8.1. La maintenance .....28**
**III.1.9. Principe de fonctionnement de la raffinerie .....30**
**III.2. description de l'unité traitement des effluents .....31**
**III.2.1. Les étapes de traitements dans la station d'épuration .....32**
**III.2.1.1.Traitement des eaux huileuses .....32**
**III.2.1.1.1.Dégrillage .....32**
**III.2.1.1.2.Déshuilage par flottation .....33**
**III.2.1.1.3.Déshuilage physique .....33**
**III.2.1.1.4.Déshuilage chimique .....34**
**III.2.1.1.5.Traitement bactériologiques .....38**
**III.2.1.2.Traitement des eaux concentrées .....38**
**III.3. description de l'unité de craquage catalytique de la raffinerie d'Adrar .....40**
**III.3.1.Aperçu sur le procède .....42**
**III.3.1.1.Section réactionnelle .....42**
**III.3.1.2.Section fractionnement primaire .....43**
**III.3.1.3. Section d'absorption et de stabilisation .....44**
**III.3.1.3.1.Adsorption .....44**
**III.3.1.3.2. Stabilisation .....45**
**III.4. Description de la section 800 : .....47**
**CHAPITRE IV:MATERIEL ET METHODES**
**IV.1.Introduction .....48**
**IV.2.Laboratoire de SBAA .....48**

**IV.3.Dosage de l'Ammonium $NH4^+$ par spectrophotométrie FIA (Flux Injection Analyseur).50**
**IV.3.1.Principe de l'analyse .....50**
**IV.3.2.Principe de la mesure .....50**
**IV.3.3.Réactif de Nessler .....51**
**IV.3.4.Prélèvement d'échantillon .....51**
**IV.3.5.Mode d'opératoire .....51**
**IV.3.6.Matériel et Méthodes .....52**
**IV.4. Dosage de Sulfite ou dioxyde de soufre par la méthode de Ripper…….. 53**
**IV.4.1.Définition de Sulfite.....53**
**IV.4.2.Définition de Soufre.....53**
**IV.4.3.Utilisations et industrie .....53**
**IV.4.4.La méthode de Ripper.....53**
**IV.4.5.Principe.....54**
**IV.4.6.Mode d'opératoire .....54**
**IV.5. Mesure de PH.....54**
**IV.5.1.Définition de PH .....54**
**IV.5.2.Principe.....54**
**IV.5.3.Mode d'opératoire .....55**
**IV.5.4.L'objective .....56**
**CHAPITRE V: RESULTAT ET DISCUSION**
**V.1.Dosage de l'Ammonium $NH4^+$par spectrophotométrie FIA (Flux Injection Analyseur) 57**
**V.2.Dosage de Sulfite $SO_3^{2-}$ par la méthode de Ripper .....62**
**V.3.Mesure de PH .....63**
**V.4.Etude théorique sur la neutralisation a la chaux.....64**
**V.4.1. Neutralisation .....64**
**V.4. 2. Le traitement à la chaux.....65**
**CONCLUSIONGENERALE……..……..…II**
**REFERENCESBIBLIOGRAPHIQUES.....III**
**ANNEXE……...……..…IV**

# *INTRODUCTION GENERALE*

« L'environnement est la clé d'une meilleure santé » déclare l'OMS (OrganisationMondiale de la Santé) à la Conférence ministérielle « Santé et Environnement » (Londres, juin1999) .Cet environnement est influencé par la pollution dans ses différents compartiments(l'eau, sol et air), qui résulte des processus d'industrialisation ou tout simplement de l'activitéhumaine [1].

«L'eau constitue l'une des ressources naturelles les plus sensibles à la pollution. Tout aulong de son parcours, elle reçoit les apports réguliers et directs des polluants d'origines urbaineet industrielle ou les apports surtout diffus et irréguliers de polluants d'origine agricole.» [2].

L'histoire du développement industriel c'est construite en association avec l'eau qui réunit unensemble exceptionnel des propriétés physiques et chimiques. Ces propriétés expliquent pourquoi l'eau est impliquée dans toutes les grandes activités industrielles; les usines utilisent l'eau de manière répétée au cours des stades successifs de lachaîne de fabrication.

La situation actuelle en Algérie, est caractérise par un déséquilibre industriel entre les besoins des eaux et les ressources disponibles. La croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux dernières décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole. Les besoins exprimés par les différents utilisateurs sont nettement supérieurs aux ressources en eau mobilisées, ce qui oblige les industriesde recycler les eaux usées sous forme d'un cercle fermé.[3]

Les eaux industrielles et leurs traitements sont désormais placés au cœur des préoccupations environnementales auxquelles sont confrontés les industriels.

De l'entrée, au rejet des eaux industrielles en passant par le traitement pour l'obtention d'eau de process, les contraintes réglementaires sont nombreuses. Cela implique de nombreuses recherches de solutions de la part des industriels, afin de limiter l'impact sur l'environnement ainsi que leurs coûts.[4].

En ce qui concerne les traitements physico-chimiques des eaux acides pour protéger les équipements pour nous avons choisi la raffinerie d'Adrar SBAA comme exemple dans le cadre de notre projet de fin d'étude.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer les rendements et les performances de la section800 de l'unité de craquage catalytique de la raffinerie Adrar en manière d'élimination de la quantité

d'acides des eaux usées industrielles sous forme liquide et gaz en particulier le soufre et l'ammoniac avec deux méthodes différents.

1- méthode physique : incinérations des gaz toxique;
2- méthode chimique: la neutralisation (l'utilisation des aditifs chimiques).

Ce travail est organisé en cinq chapitres :

**Le premier chapitre :**présente la pollution des eaux, les principaux polluants, les caractéristiques des eaux usées et les paramètres de mesures de la pollution

**Le deuxième chapitre:** synthèse bibliographique des connaissances actuelles, les traitement physico-chimiques des eaux usées industrielles et principes de fonctionnement.

**Le troisième chapitre :** présentation de la raffinerie, les effluents, l'unité de craquage catalytique, la section 800

**Le quatrième chapitre :**matériels et méthodes.

**Le cinquième chapitre:** résultat et discussion

Le travail est clôturé par une conclusion générale**.**

## I.1. Introduction

Le terme de pollution désigne l'ensemble des rejets de composés toxiques que l'homme libèredans l'écosphère, mais aussi les substances qui, sans être vraiment dangereuses pour lesorganismes vivants, exercent une influence perturbatrice sur l'environnement.

En ce qui concerne l'eau, la distinction entre eau polluée et eau non polluée est souvent relativeet dépend des exigences d'utilisation. Différentes définitions ont été données par les experts ;citons seulement celle qui assimile la pollution à "une composition ou un état directement ouindirectement modifiés du fait de l'activité de l'homme, de telle façon que cela se traduit par une moindre utilisation de l'eau".

L'eau constitue l'une des ressources naturelles les plus sensibles à la pollution. Tous au long de son parcours, elle reçoit les apports régulières et directs des polluants d'origine urbaines et industrielle ou les apports surtout diffus et irréguliers de polluants d'origine agricole. L'histoire du développement industriel s'est construite en association avec l'eau qui réunit un ensemble exceptionnel de propriétés physiques et chimiques; elle peut devenir solvant, fluide thermique ou simplement liquide facile manipuler. Ces propriétés expliquent pourquoi l'eau est impliquée dans toutes les grandes activités industrielles ; les usines utilisent l'eau de manière répétée au cours des successifs de la chaine de fabrication.

## I.2. Définitions des eaux résiduaires industrielles:

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution

## I. 3. Pollution des eaux:

On appelle pollution de l'eau toute modification descaractéristiques de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisiblepour les usages humains, la faune ou la flore. Au cours de sonutilisation, l'eau s'appauvrit ou s'enrichit de substances de toutessortes, ou change de température. Les pollutions qui en résultentse retrouvent dans le milieu naturel**[5]**.

Il existe différents types de pollution des eaux qui proviennent des activités humaines, mais également de l'atmosphère et de phénomènes naturels. Les pollutions organiques etmicro biologiques, la pollution par le pétrole, les pesticides, les métaux, les acides, laradioactivité, les nitrates, le phosphate. La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbel'écosystème aquatique. Les origines sont multiples : Les villes, Les industries, L'agriculture**,**les décharges de déchets domestiques et industriels.

Elle se manifeste par la présence de produits toxiques provenant des activités industriellesou agricoles, la présence de bactéries provenant des foyers domestiques ou d'élevages. [6]

La pollution d'une eau possède essentiellement quatre types sont la pollution domestique, la pollution industrielle, la pollution agricole, et la pollution diffuse.[7]

- **LaPollution domestique:**

Dans le cas des rejets domestiques, qui sont de l'ordre de 150 litres/jour/habitant[8], lapollution est de nature minérale et bactériologique. Mais elle est surtout due aux matières organiques qui provoquent l'eutrophisation du milieu récepteur: l'ammoniaque des détergents et les phosphates des lessives sont autant de nutriments pour les algues, qui prolifèrent etdeviennent des substances organiques supplémentaires.

- **La pollution industrielle :**

Parmi les pollutions industrielles, on peut distinguer les pollutions de nature organique,assimilables aux pollutions domestiques et celles de nature toxique du fait de la présence de métaux ou substances chimiques dangereuses spécifiques.

Dans le premier cas, le traitement est similaire à celui des stations d'épuration c'est-à-diresur la base d'un traitement biologique qui peut être fait dans une station interne à l'entreprise ou, après conventionnement avec la collectivité compétente dans une STEP publique [9].

Dans le second, il s'agit principalement de retirer les éléments toxiques par différentsprétraitement tels que les traitements physico-chimiques, la filtration ou les résineséchangeuses d'ions.

Lorsque la charge polluante des effluents atteint les seuils fixés par la réglementation, ilspeuvent être rejetés au milieu naturel.

Les eaux usées industrielles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques selon leurs origines industrielles elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires);
- Des hydrocarbures (raffineries);
- Des métaux (traitement de surface, métallurgie);
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers,tanneries).

- **La pollution agricole :**

La production agricole utilise des fertilisants pour renouveler les nutriments des sols et des produits phytosanitaires pour défendre les cultures contre les plantes sauvages concurrentes, les parasites et les maladies.

Ces produits, même utilisés de manière raisonnée, sont entrainés par les eaux de ruissellement et d'infiltration jusqu'aux rivières ou aux nappes d'eau souterraines avec pourconséquence :

- L'eutrophisation des rivières pour l'azote et le phosphore;
- La réduction de la richesse biologique des cours d'eau (disparition des espècessensibles);
- La pollution des captages d'eau potables, les rendant impropre à la consommationhumaine ou nécessitant la mise en place de traitement couteux [10].

Le risque de pollution varie toutefois fortement selon les pratiques et il est possible de jouer, notamment, sur la dose de traitements ou de fertilisation, la date d'épandage, le choixdu moment du traitement par rapport aux conditions climatiques, pour réduire l'impact del'activité agricole sur l'environnement.

- **La pollution diffuse :**

Une pollution diffuse est une pollution due à de multiples rejets de polluants dans le temps et dans l'espace. Contrairement à une pollution accidentelle, qui se produits localement, ponctuellement et souvent massivement, une pollution diffuse est peu visible. Son effet sur l'environnement n'en est pas moins sensible[11].

La pollution des eaux par les nitrates et les pesticides de l'agriculture est un exemple de pollution diffuse elle se produit sur le territoire, d'année en année et affecte grandement la qualité des eaux et les écosystèmes. La lutte contre ce type de pollution, de même que l'identification des

pollueurs, est rendue particulièrement difficile par la multiplicité, et souvent la discrétion, des sources de contamination.

## I.4. Origine des polluants et leurs classifications industrielles:

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle etagricole.

L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eaude ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.),les eaux vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces,...etc.

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargéespar des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées pardes résidus de traitement métallurgique, et demanière plus générale, par des produitschimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc.[12]

### I.4.1 Pollution physique:

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matièresfécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemblede ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : lesvirus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes.[13]

#### I.4.1.1 Pollution mécanique:

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eauxrésiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit leséléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES.[14]

#### I.4.1.2 Pollution thermique:

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certainesinstallations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); l'élévation detempérature qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère labiodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissementde température favorise les effets néfastes de la pollution. [15]

### I.4.1.3 Pollution radioactive

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plusgrave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de seséléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements.

### I.4.2 Pollution chimique:

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique etagricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories:

### I.4.2.1 Pollution organique:

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescible (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries,abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses,...etc.).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ceseaux.Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et leshydrocarbures.

#### a. Hydrocarbures :

Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peusolubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inferieure à l'eau les faitsurnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère.

#### b. Les détergents :

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont:

- L'apparition de goût de savon.
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

#### c. Les pesticides :

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquencesnéfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans alimentaire;
- Rupture de l'équilibre naturel. [16]

### I.4.2.2 Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétaleou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement lesmétaux lourds et les éléments minéraux nutritifs.[16]

#### a. Métaux lourds :

La présence des métaux lourds dans l'eau, l'atmosphère et par conséquent la chaîne alimentaire est le cas le plus intéressant parmi les problèmes posés à la pollution. Par ordre décroissant de toxicité spécifique. Les métaux sont classéscomme suit:

Hg< Cr< Ti< Cu< Co< Ni< Pb< Zn ……. (01)

Les métaux lourds sont susceptibles d'être métabolisé et concentrés par les organismes vivants et mis en circulation dans la chaîne alimentaire ou leur toxicité augmente. L'irréversibilité de cette pollution est préoccupante du fait qu'il est impossible de les récupérer, une fois dissipé dans la nature**.[17]**

#### b. Cyanure

Les cyanures, c'est un poison à action rapide qui peut se rencontrer sous plusieurs formes, y compris les formes gazeuses, liquides et solides. Bien que les cyanures se rencontrent naturellement dans beaucoup d'aliments et de plantes. L'industrie rejette d'autres composés cyanogènes (installation de cyanuration, galvanoplastie, traitement de minerais…). L'ion $\mathbf{CN^-}$ est toxique en raison de l'acide cyanhydrique qui se produit en présence d'eau selon l'équilibre:

$$\mathbf{CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-} \quad \text{…… (02)}$$

#### c. Pollution d'azote:

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires. L'azote existe sous deux formes:

- ✓ La forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal **($NH_3$ OU $NH^{+4}$)** et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique);
- ✓ Plus une forme oxydée en ions nitrites **($NO_{2^-}$)** et nitrates **($NO_{3^-}$).**

### d.Pollution par le phosphore :

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire.

Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.**[18]**

### I.4.3 Pollution microbiologique:

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales.Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de cesorganismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus,les bactéries, les protozoaires et les helminthes.**[19]**

## I.5. Paramètres de mesure de la pollution :

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents.**[20]**

Parmi ces paramètres on cite les plus importants:

### I.5.1.Paramètres organoleptiques:

#### a. Couleur:

La couleur des ERI est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipite à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes**.**

#### b. Odeur:

Les ERI se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition**.[21]**.

### I.5.2 Paramètres physiques

#### a. Température :

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier $O_2$) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agie aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau.

#### b. Potentiel d'hydrogène :

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9).

#### c. Turbidité :

Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle traduit la présence des MES.

#### d. Matières en suspension :

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI.

Mesuré par peser après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante.

La méthode par centrifugation est plus particulièrement réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres.**[22]**

### I.5.3Paramètres chimiques :

#### a. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales). Elleest mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II (complexant des chlorures), à chaud pendent 2h.

### b. Demande biologique en oxygène ($DBO_5$)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°**C** à l'obscurité pendent 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées.**[23]**

L'épuration biologique aérobie complète d'une ERI exige en fait un temps de 21 jours ($DBO_{21}$ dit ultime) nécessaire pour l'oxydation descomposés azotés biodégradables, ou de 28 jours sinon 35 jours, qui représentent le temps de dégradation de certaines familles d'hydrocarbures.

Le rapport $DCO/DBO_5$ est l'indice de la biodégradabilité d'une eau. Pour qu'une pollution soit dégradable le rapport est inférieur à 2,5.

La moyenne pondérée de la DCO et la DBO mesurée après décantation pendant 2h suivant la formule: $(DCO + 2\ DBO_5) / 3$ correspond aux matières existantes MOX.

### c. Carbone total organique COT :

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous etparticulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous.

Sa mesure est réalisée par un analyseur de $CO_2$ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon**.**

### d. Azote total NT :

Exprimé en mg/l, ce paramètre devient de plus en plus important. Sa valeur globale dans les ERI recouvre toutes les formes déjà citées. C'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des formes oxydées ($NO_{2}$-, $NO_{3}$-)**.**

### e. Phosphore total PT

Le phosphore se trouve dans les ERI sous formes:

- ✓ D'orthophosphate, soluble $PO_4H_2$-;
- ✓ De polyphosphate qui a tendance à s'hydrolyser en orthophosphate;
- ✓ De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie**.[24]**.

## I.5.4Autres paramètres :

### a. Hydrocarbures :

La mesure des hydrocarbures dans les ERI constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les ERI ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sonttrès chargées d'huiles. Par ailleurs, les valeurs obtenues lors du dosage réalisé sur un même échantillon est selon la méthode utilisée, car celle-ci se rapportent alors à la détection partielle ou totale de composés différents**.**

### b. Micropolluants :

Le terme micropolluant désigne un ensemble de substance qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités**.**

Les principaux micropolluants sont :

- ✓ Certains métaux lourds et métalloïdes (Cd, Pb, Cr, Cu, …Hg);
- ✓ Composés phénoliques, organohalogéniques, organophosphorés, huiles minérales, Hydrocarbures aromatiques polycycliques;
- ✓ Certains dérivés nitrés**.[25]**.

## I.6 conclusion :

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques etbactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaitrel'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doiventimpérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre lapollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissentplusieurs phases d'épuration.

## II.1. Introduction:

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait auxnormes de rejets édictés par la législation, et pouvant par suite être évacuée sans danger dupoint de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procèdes peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et dudegré d'épuration désiré.

Au cours de ce chapitre nous nous somme intéressés à l'étude les différents procédés d'épuration des effluents avant de les rejets dans le milieu naturel.

## II. 2.Epurations des eaux résiduaires industrielles :

L'épuration des eaux usées le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, deseffluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, àbas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux.

Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement,réduisent la charge organique etles solides en suspension et enlèvent les constituantschimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituantsbiologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

## II. 2.1. Définition des eaux résiduaires industrielles:

Ce sont des rejets liquides issus des procédésd'extraction ou de transformationdes matières premières en vue de fabriquerdes produits industriels ou des biensde consommation. Ces eaux sont extrêmementhétérogènes.

Leur quantité etleur qualité varient en fonction du procédémis en œuvre, du domaine industriel.Elles présentent souvent un large spectrede polluants chimiques : composés à l'étatsolide ou dissous, matières organiques etminérales, métaux, hydrocarbures, solvants,polymères, huiles, graisses, sels, …

À divers niveaux de toxicité. Cette grandediversité requiert une approchespécifique pour chaquetype d'effluents.

## II. 2.2. Les modes des effluents:

Les effluents sortant d'un établissement peuvent avoir trois destinations :

- Dirigés vers le milieu naturel, après traitement par une station d'épuration autonome (SEA), interne à l'usine,
- Dirigés vers le réseau d'assainissement aboutissant à une station d'épuration collective (SEC) urbaine (cas le plus fréquent) ou industrielle de traitement des eaux avant rejet au milieu naturel. L'effluent subit en général un prétraitement sommaire préalable. Le raccordement à une station urbaine pose cependant le problème du transfert de responsabilité vers la collectivité et peut poser des difficultés techniques liées à l'irrégularité des apports dans la gestion de la station,

Épandus sur les sols agricoles, selon le principe de la fertilisation raisonnée et en utilisant le plus souvent un réseau enterré de canalisations.

Le recours à une station d'épuration, quelle que soit sa nature, conduit à la formation d'un sous-produit chargé en substances polluantes : les boues. Celles-ci peuvent être épandues, traitées, mises en décharge ou bien incinérées. Les épandages des boues de stations ne rentrent pas dans le cadre du présent document.**[26]**.

## II. 2.3. Station d'épuration :

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques. Le plus souvent, le processus est biologique car il fait intervenir des bactéries capables de dégrader les matières organiques. La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux à traiter.

Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux. La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues. La succession des dispositifs est calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollutions à traiter.

## II. 2.4. Généralité sur le traitement des effluents :

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités industriel, agricole, domestique ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doiventêtre donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs.

Dans une STEP l'épuration des eaux passe par différentes étapes; dont on va les présenter ci dessous: les prétraitements suivis des traitements physicochimiques puis lestraitements biologiques et enfin les traitements d'affinage.[27]

Pour obtenir une qualité d'eau traitée répondant aux normes de rejet, les effluents subissent les traitements suivants :

### II. 2.4.1. Prétraitement:

Les effluents doivent subir avant le traitement proprement dit, un prétraitementcomportant un certain nombre d'opération à caractère physique ou mécanique. Le but est dansce cas d'extraire et d'éliminer de l'eau les éléments solides en suspension ou en flottation etqui pourraient constituer un gène pour les traitements ultérieurs [28]. Parmi ces méthodes deséparation, les plus courantes sont :

#### II. 2.4.1.1. Le dégrillage:

Il s'agit de séparer des eaux brutes. Les matières les plus volumineuses, en faisant passerl'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'espacement est déterminé en fonction de lanature de l'effluent [29].

#### II. 2.4.1.2. Le dessablage:

Le dessablage a pour but d'extraire des effluents bruts les graviers, sables et particulesminérales, de façon a éviter les dépôts dans les canaux et conduites, a protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, a éviter de surcharger les stades de traitement suivants [30].

Il est effectue par décantation des particules organiques de granulométrie supérieure a 200microns.

#### II. 2.4.1.3. Le dégraissage:

Le dégraissage a pour but d'extraire des graisses figées de façon a éviter leursentraînements dans les autres ouvrages de traitement. Il est effectue, en combinaison avec ledessablage par tranquillisation d'une fraction de la surface liquide d'un dessableur aère avecreprise des graisses et écumes par déversement [31].

## II. 2.4.2. Traitement primaire (physico-chimique):

### II. 2.4.2.1. Décantations primaires:

La décantation consiste à faire traverser un bassin par l'influent à faible vitesse, de façon àce que les matières en suspension puissent sédimenter. Le profil du fond de ce bassin permetle rassemblement et la reprise de la suspension obtenue et les boues déposées sont récupéréespar recyclage permanent et pompage.

### II. 2.4.2.2. Coagulation – floculation:

Les eaux contiennent des particules en suspension colloïdales ou pseudo - colloïdales, trèsfines, qu'il est nécessaire d'agglutiner en un floc volumineux afin d'assurer leur flottation.

Les colloïdes possèdent des charges électriques à l'interface qui empêchent les particulesvoisines de se rapprocher [32],

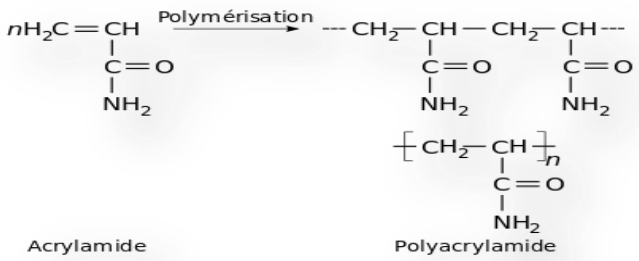
L'action s'effectue en deux stades :

1. La coagulation, qui permet de décharger les colloïdes afin de donner naissance a un précipite,
2. La floculation, qui a pour but d'accroître le volume et la cohésion du floc formé par la coagulation.

#### ❖ Floculant PAM:

Le polyacrylamide est un polymère répondant à la formule formé & partir d'acrylamide. Il peut être réticulé en incorporant dans le mélange de polymérisation un dérivé bifonctionnel de l'acrylamide : le NN-méthylène –bis-acrylamide $(CH_2=CH\text{-}CO\text{-}NH\text{-})_2\ CH_2$

Le polycrylamide, contaiement l'acrylamide qui est neutrotoxique,n'est pas toxique mais doit être manipulé avec précaution car il peut contenir des traces de monoméres acrylamide. La polymérisation est un gel hautement absorbant .sous forme de poudre, il se dilue dans l'eau pour former un gel visqueux après agitation vigoureuse.




**Structure du floculant PAM**

**Figure II.01: le floculant PAM**

## ❖ Coagulant PAC

Les chlorhydrates d'aluminium font partie des principes actifs les plus communément utilisés dans la préparation de déodorants commerciaux. Le sel le plus communément utilisé dans les déodorants et anti-transpirants est $AL_2CL(OH)_5$. Les chlorhydrates d'aluminium son aussi utilisées en tant que coagulant dans le traitement de l'eau et des eaux usées, afin de soutirer le carbone organique dissous et les particules colloïdales présents en suspension. La synthése du PAC se déroule à haute pression et haute température. Le PolyAluminium Chloride est le produit de la réaction batch entre l'hydroxyde d'aluminium solide ($AL(OH)_3$) et l'acide chloridrique (HCl).[33]

**Figure II.02: le coagulant PAC**

### II. 2.4.2.3. Flottation:

La flottation est un procède de séparation des matières en suspension dans l'eau, utilisant ladensité apparente plus faible de ces matières et conduisant a leur rassemblement et a leurcollecte a la surface libre [34].

### II. 2.4.3. Traitement secondaire (biologique):

C'est l'utilisation de micro-organismes pour dégrader et consommer la pollution organiquedes effluents. Les matières organiques passent de la forme dissoute ou colloïdale a la formesolide qui permet de les extraire des eaux usées par décantation. Ce Sont les bactéries,organismes doues des plus grandes capacités de reproduction et d'assimilation, qui serventd'intermédiaire pour cette transformation.

La pollution assimilable par ces bactéries seraappelée nourriture ou substrat. Les principales techniques de traitement aérobie sont :

1. Les boues activées;
2. Le lagunage;
3. Les disques biologiques;
4. Les lits bactériens.

### II. 2.4.4. Traitement tertiaire:

### II. 2.4.4.1.Filtration sur sable:

La filtration a pour but de retenir les particules en suspension dans l'eau, soit que cesparticules existent dans l'eau brute, soit qu'elles aient été formées par une coagulationpréalable.

La rétention des matières solides contenues dans l'eau provoque une obstructionprogressive des interstices existant entre les éléments constitutifs de la matière filtrante. Cephénomène est désigné sous le nom de "colmatage du filtre".

### II. 2.4.4.2.Filtration a charbon actif :

Les filtres à charbon actif ont une construction similaire à celle des filtres à sable, on dispose le charbon actif en lit et on filtre l'eau polluée. Ceux-ci sont utilisés pour filtrer la matière organique ou les métaux lourds. Le charbon actif doit être remplacé de façon régulière, il peut parfois être régénéré.

L'eau est pompée dans une colonne qui contient du charbon actif, cette eau quitte la colonne à travers un système drainant. L'activité de la colonne de charbon actif dépend de la température et de la nature des substances. L'eau passe à travers la colonne continuellement, ce qui entraîne une accumulation des substances sur le filtre. Pour cette raison, le filtre a besoin d'être remplacé périodiquement. Un filtre utilisé peut être régénéré de différentes façons, le charbon granulaire peut être régénéré facilement en oxydant la matière organique. L'efficacité du charbon actif diminue alors de 5 à 10%. Une petite partie du charbon actif est détruite pendant le processus de régénération et doit être remplacée.

### II. 2.4.4.2.1.Facteurs qui influencent l'exécution du charbon actif dans l'eau:

1. Le type de composé à supprimer (les composés qui ont un poids moléculaire élevé et une faible solubilité sont mieux adsorbés);
2. La concentration du composé à supprimer (plus la concentration est élevée, plus la consommation de charbon est grande);
3. La présence d'autres composés organiques qui vont être en concurrence avec les sites d'adsorption disponibles;
4. Le pH du flot d'eau (par exemple, les composées acides sont mieux détruites à pH faible).

## II. 3.Normes et recommandations:

**Tableau II.01:les normes des rejets liquides industriel décret exécutif 06-141**

| PARAMETRE | UNITE | VALEUR LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|---|---|---|---|
| Débit d'eau | $m^3$ /t | L | 1 ,2 |
| Température | °C | 30 | 35 |
| PH | - | 5,5-8,5 | 5,5-8 ,5 |
| $DBO_5$ | g/t | 25 | 30 |
| DCO | g/t | 100 | 120 |
| MES | g/t | 25 | 30 |
| Azote total | g/t | 20 | 25 |
| Huiles et graisse | mg/l | 25 | 20 |
| Phénol | g/t | 0 ,25 | 0,5 |
| Hydrocarbures | g/t | 5 | 10 |
| Plomb | mg/l | 0,5 | 1 |
| Chrome $3^+$ | mg/l | 0,05 | 0,3 |
| Chrome $6^+$ | mg/l | 0,1 | 0,5 |

## II.4.Neutralisation des eaux industrielles:

### II.4.1.La neutralisation:

De nombreux rejets industriels contiennent des matières alcalines ou acides qui nécessitent une neutralisation avant rejet dans un réseau d'égouts urbain ou dans les cours d'eau ou avant un traitement ultérieur chimique ou biologique.

### II.4.2.Principe de la neutralisation:

La neutralisation d'un effluent consiste à ramener son pH (par acidification ou par alcalinisation) à une valeur fixée en fonction des besoins. En effet, suivant l'utilisation de l'effluent la valeur du pH peut sensiblement varier :

1. Avant rejet dans le milieu naturel, le pH doit être compris entre 5,5 et 8,5 (voir 9,5 lors d'une neutralisation avec de la chaux)

2. Lors du passage de l'eau dans les canalisations, le pH doit avoir une valeur proche de l'équilibre calco-carbonique pour protéger les matériaux contre la corrosion (CO2) etcontre l'entartrage (calcaire).
3. Lorsque la neutralisation est utilisée en prétraitement, la valeur du pH est variable suivant le traitement postérieur, qui impose le pH.
4. Pour l'oxydation par NaClO des cyanures libres : pH>12
5. Pour la précipitation à la chaux des phosphates : 9<pH<12
6. Pour la précipitation des métaux : 7<pH<10,5
7. Pour la coagulation-floculation du fer III : pH>5
8. Pour la réduction du chrome IV en chrome III par le bisulfite de sodium : pH<2,5

On remarque, à travers tous ces exemples de traitement que le pH varie énormément. En effet, pour favoriser certaines réactions chimiques comme une réaction de précipitation ou de d'oxydoréduction, il est facile d'imposer un pH, où les espèces qui doivent réagir prédominent en solution.

### II.4.3.Mélange des eaux résiduaires acides et alcalines:

Bien que rare, il est parfois judicieux de penser à un tel procédé, puisqu'il utilise des réactifs présents sur place. Pour réaliser correctement la neutralisation désirée, une capacité suffisante d'homogénéisation est nécessaire. De plus, il peut y avoir formation dangereuse de gaz ou de sous-produits toxiques.

### II.4.4.Filtration sur matériau filtrant neutralisant:

La filtration sur matériau filtrant neutralisant a lieu à une vitesse calculée de telle façon que les eaux résiduaires restent en contact avec le matériau filtrant jusqu'à ce que le degré de neutralisation souhaité soit obtenu, par exemple pH 6 à 9.

Contrairement au calcaire ou au lait de chaux, ces agents de neutralisation ne produisent que de très petites quantités de boues.[35]

## II.5.Conclusion :

On peut dire qu'à partir d'une eau usée et grâce aux procédés de traitements, il est possible d'obtenir toute une gamme d'eaux de qualités différentes. A chacune de ces qualités peut correspondre un usage particulier. Il est clair que les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux qui sont actuellement considérés comme non dangereux.

# III.1. Présentation de la raffinerie SBAA ADRAR:

## III.1.1. Introduction :

Une raffinerie de pétrole est l'usine où l'on procède au fractionnement du pétrole, ce qui permet d'obtenir une très grande variété de produits gazeux (propane et butane etc…), liquides (essences, gas-oil et fuel etc…) et même solide (bitume etc…).

La raffinerie SBAA d'Adrar est l'une des cinq raffineries dans l'Algérie et elle est la seule qui a une unité de craquage catalytique (FCC).

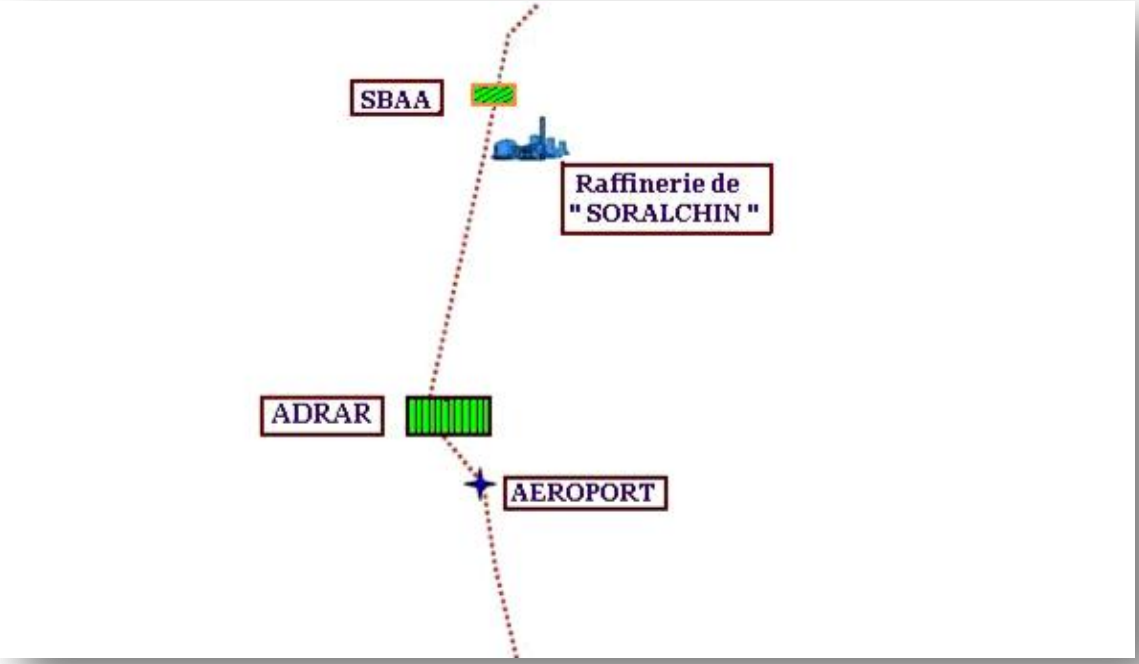
## III.1.2. Historique :

La raffinerie SBAA d'Adrar gérée par la société mixte appelée SORALCHIN. C'est une entreprise Algéro-Chinoise composée de la china Nationale de pétrole corporation (CNPC) et de la compagnie Algérienne de pétrole (SONATRACH).

La raffinerie d'Adrar a été opérationnelle à la fin du mars 2006.

## III.1.3. Situation géométrique :

Raffinerie de SBAA est construite sur un site se trouvant à 02 km de la commune de SBAA et à 44 Km au nord d'Adrar dans la zone sud-ouest de l'Algérie. Elle est limitée au nord par la daïra de TSABET, au sud par la commune de GOURARA, à l'ouest par la commune de SBAA et à l'est par un terrain non urbanisé. Elle est située dans l'arrière-pays de désert du Sahara avec très peu de précipitations tout au long de l'année. Toutefois, cette abondance est une zone dans les eaux souterraines, qui est la seule source d'eau à la disposition de l'industrie, l'agriculture et de la vie quotidienne des habitants de la région.




**FigureIII.03** : situation de la raffinerie "***SORALCHIN***"

## III.1.4. Capacité de production :

Les principaux produits commerciaux de la raffinerie sont le propane, le butane commercial, d'essencede haute qualité, et du carburant diesel, ainsi que certains sous-produits de gaz et de fuel.

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de SEBAA est de 600 000 tonnes environ de pétrole brut équivalent à 12 500 barils par jour.

1. 75 tonnes par heure (t/h).
2. 1800 tonnes par jour (t/j).
3. 12500 barils par jour (b/j).

**Tableau III.02:**représente les quantités et les pourcentages des produits obtenus de la raffinerie.

| Produits | Quantités (Tonnes/An) | En pourcentage (%) |
|---|---|---|
| **Propane** | 20 500 | 3.41 |
| **Butane** | 32 500 | 5.41 |
| **Essence super** | 10 000 | 1.66 |
| **Essence normal** | 208 300 | 34.66 |
| **Kérosène (J et A1)** | 30 000 | 5 |
| **Gas oïl (diesel)** | 238 400 | 39.73 |
| **Fuel oïl (Mazout)** | 13 000 | 2.16 |

## III.1.5.Les différentes installations de la raffinerie :

La raffinerie est divisée en huitzones :

1. Utilités.
2. Unités de production.
3. Parc de stockage des produits finis.
4. Rampe de chargement des camions.
5. Laboratoire.
6. Caserne de sécurité.
7. Administration.
8. Base de vie.

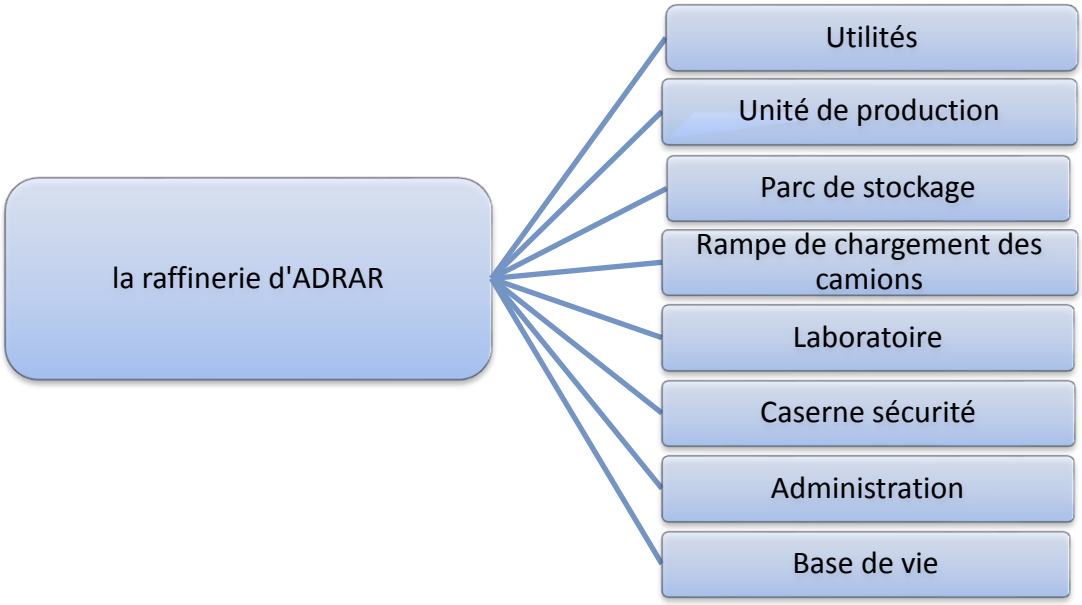



**Figure III.04 :**L'organigramme des aires de Sbaa

La raffinerie renferme trois unités de production :

1. Une unité de distillation atmosphérique (topping) et de production des GPL.
2. Une unité de reforming catalytique.
3. Une unité de craquage catalytique.

L'eau, l'électricité, la vapeur d'eau et l'air nécessaire à la production de la raffinerie sont assurés par les services publics et du système des installations de la raffinerie, le gaz naturel nécessaire est livré à la raffinerie à partir de la station de SONATRACH de SBAA située à 6,5 Km au sud-est du site par un pipe de 04pouces et ce pour satisfaire un besoin de gaz lors de démarrage des chaudières de la centrale et les différents fours des unités.

## III.1.6. Alimentation de la raffinerie :

### III.1.6.1.Les différents gisements :

La raffinerie de SORALCHIN est alimentée en pétrole brut à partir de quatre (4) gisements, qui sont :

1. Le gisement de SBAA – 1.
2. Le gisement de SBAA -3.
3. Le gisement de Hassiillatou.

4. Le gisement d'OTRA (Oued Tourhar).

***Les deux gisements de SBAA-1et SBAA-3:***

Sont situés dans l'ouest de la commune de SBAA. Le pétrole brut de ces deux gisements se rassemble dans le centre de traitement (CPF) ou se fait le procédé de séparation de l'eau par une simple décantation dans des bacs pour ne conserver que la fraction huile liquide avant son transport par oléoduc. Après la décantation, le pétrole est refoulé vers la raffinerie.

***Le gisement de Hassiillatou :***

Ce gisement se trouve à 90 km à l'est de la willaya d'Adrar ; au sud-est de la raffinerie. Ce gisement comporte douze (12) puits pétroliers, chaque puits pétrolier est accompagné d'un puits d'eau injecteur. L'exploitation du pétrole brut se fait par une alternance entre les puits de ce gisement.

***Le gisement d'OTRA :*** ce gisement se situe an nord-est de la wilaya d'Adrar. Ce gisement comporte (7) sept puits pétroliers accompagnés des puits d'eau injecteurs.

Lepétrole brut de deux gisements (Hassiillatou ; OTRA) est accumulé dans le centre de traitement (CPF) ou se fait la séparation de l'eau à partir du brut, avant la séparation, le brut est refroidis dans des condenseurs ; puis envoyé vers des bacs de stockage ou se fait le drainage d'eau après la décantation.

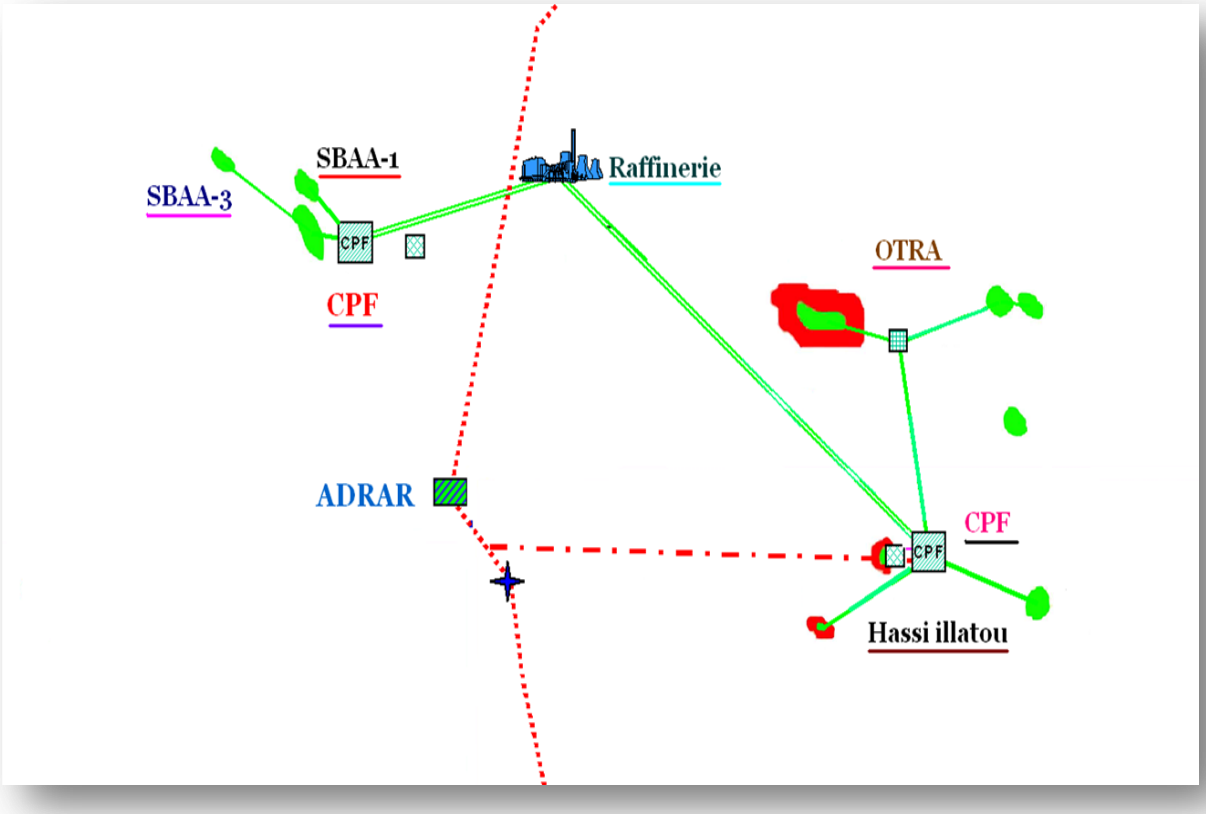



**Figure III.05**: Les différents gisements alimentant la raffinerie.

### III.1.6.2. Types de pompage :

Pour une bonne extraction ; le pétrole brut, doit être pompé. Le pompage du pétrole brut dans les différents puits se fait par des pompes à chevalet sauf dans un puit du gisement OTRA ou il y a une pompe centrifuge immergée. Tous les puits sont horizontaux.

**Figure III.06 :** pompe à chevalet.

## III.1.7. Caractéristiques générales de la charge "pétrole brut" :

Le brut de différents gisements (SBAA-1, SBAA-3, Hassiillatou, et OTRA) peut être classé dans la catégorie des pétroles mixtes. C'est un brut léger de densité 0.834 g/l à 20°c, et ce pétrole brut est une sorte de faible teneur en soufre. Ces principales spécifications sont :

**Tableau III.03**: Principales spécifications du brut de la raffinerie d'Adrar.

| Caractéristiques | Valeurs |
|---|---|
| **Densité à 20°C (g/l)** | 0.834 |
| **Teneur en NaCl (mg/l)** | 8 |
| **Teneur en soufre (mg/l)** | 0.14 |
| **Acidité (mg KOH/g)** | 0.04 |

La raffinerie est alimentée en pétrole brut mélangé à partir des différents gisements, leurs principales caractéristiques sont:

**Tableau III.04** : Principales caractéristiques du brut mélangé.

| Caractéristiques | Résultats |
|---|---|
| **Degrés °API** | 40.11 |
| **Densité à 20°c(g/cm$^3$)** | 0.8206 |
| **Viscosité à 20°c (mm$^2$/s)** | 22.46 |
| **Point de congélation (°c)** | -28 |
| **Soufre (%)** | 2.56 |
| **Nitrogène (%)** | < 0.002 |
| **Eau (µg/g)** | 899.3 |
| **Point de flash (%)** | 0.12 |
| **Acidité (mg KOH/g)** | <0.02 |
| **Salinité (mg NaCl/l)** | 7.6 |
| **Concentration en paraffine (%)** | 9.74 |

## III.1.8. Installations auxiliaires de la raffinerie:

### III.1.8.1. La maintenance :

Les installations et les équipements tendent à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples (usures, déformations) dues au fonctionnement, à l'action des agents corrosifs (agents chimiques….etc.). Cette détérioration pouvant provoquer l'arrêt de fonctionnement (panne de diminution des capacités de production, l'augmentation des coûts de fonctionnement et la sécurité des personnes).

#### *1. Definition de la maintenance:*

La maintenance est définie comme étant l'ensemble des actions permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état bien spécifié ou en mesure d'assurer un service bien déterminé.

La maintenance a pour objet d'effectuer les opérations suivantes: dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration qui permet de conserver le potentiel des matériels pour assurer la continuité et la qualité de production.

#### *2. Principaux objectifs de la maintenance :*

1. L'optimisation de la fiabilité de l'équipement.
2. L'assurance d'un bon état des installations.

3. L'augmentation de la productivité.
4. L'amélioration de la sécurité de travail.
5. la formation du personnel dans le cadre de la maintenance.
6. De ramener rapidement l'équipement à son état de marche.

Pour assurer la maintenance des installations, les services maintenance sont structurés en trois sections. Possédant chacune son propre atelier:

1. Section mécanique.
2. Section électricité.
3. Section instrumentation.

Ce service s'occupe de la maintenance des équipements de production c'est à dire, qu'il veille à ce que toutes les installations soient disponibles et opérationnelles.

### *1. Section mécanique :*

Elle s'occupe de la maintenance préventive et curative des machines tournantes de l'unité telles que les pompes, les moteurs, les aéroréfrigérants ainsi que les équipements statiques tels que les séparateurs, les échangeurs de chaleur, les colonnes de distillation etc.…

### *2. Section électricité :*

Elle s'occupe de la maintenance préventive et curative des équipements électriques de l'unité tels que les moteurs les disjoncteurs, les transformateurs etc.…

### *3. Section instrumentation :*

Elle s'occupe de la maintenance préventive et curative des équipements et instruments des systèmes asservis de l'unité.

## III.1.9. Principe de fonctionnement de la raffinerie :

La conception de l'installation de la raffinerie est basée sur les principes :

1. La continuité de production de la raffinerie; selon leur capacité annuelle.
2. La valorisation de la totalité du résidu de l'unité de distillation atmosphérique en produits raffinés ; et particulièrement la maximisation du gasoil.

3. Autonomie du fonctionnement de la raffinerie (toutes les utilités requises pour le fonctionnement des installations sont produites par la raffinerie, à l'exception du gaz naturel qui provient du champ de gaz de SONATRACH de l'unité de déshydratation de SBAA).

4. L'eau brute destinée aux différents usages (eau réseau incendie, eau traitée pour refroidissement et production de la vapeur, eau potable) proviennent des trois forages situés à un (01) km d'environ coté nord-est de la raffinerie.

5. Le traitement des eaux déminéralisées pour la production de vapeur se fait à l'unité du traitement des eaux et seront pompées vers les chaudières via deux bacs de stockage d'une capacité de 200m³ pour chaque bac.

6. La production de vapeur pour satisfaire les trois turbines de production d'énergie électrique et vapeur stripping des unités combinés. La production de vapeur est assurée par trois chaudières; deux en service et l'autre en arrêt avec un appoint de l'unité RFCC (Résidu Fluide Craquage Catalytique).

7. L'énergie électrique est produite par trois turbos génératrices deux en service et l'autre en arrêt.

8. L'air comprimé (purifie, non purifie, et le nitrogène) pour l'utilisation de l'air instrument et régénération des catalyseurs des réacteurs de l'unité de reformage et de craquage catalytique. La production de l'air comprimé est assurée par trois compresseurs deux en service et l'autre en arrêt.

9. Toutes les motos pompes sont doublées; pour assurer une production continue.

## III.2. description de l'unité traitement des effluents:

Les eauxusées se déversant au niveau de l'unité de traitement des effluents se distinguent en deux types :

1. **Les eaux huileuses :** cesont les eauxchargées en hydrocarbures et qui proviennent des vidanges des équipements, des cuvesou des réservoirs de pétroleou de produitspétroliers.
2. **Les eaux concentrées :** cesont les eaux qui proviennentessentiellement de la zone d'utilités et dont la teneure en produitschimiques et en selsminérauxesttrèsélevée. Citonscomme sources importantes de ceseaux les purges de chaudières, les purges des équipementsd'osmose inverse, la régénération des lits de résineséchangeusesd'ions, le dessalage du pétrole brut

ainsique le drainage et nettoyage des réservoirs de produits et additifschimique (inhibiteurs de corrosion, amines, phosphates, bases, acides…).

## III.2.1. Les étapes de traitements dans la station d'épuration :

### III.2.1.1.Traitement des eaux huileuses :

#### III.2.1.1.1.Dégrillage :

Cette étape permet de retirer de l'eau huileuse les déchets de volume importants survenus accidentellement dans l'eau, ex : bout de bois, plastique.

**Figure III.07:** le dégrailleur

L'eau huileuse est récupérée dans un bassin dégrossisseur CI40205 les déchets sont évacués par un auto-clean motorisé, l'eau huileuse passe par gravité au CI40206.

#### III.2.1.1.2.Déshuilage par flottation :

A partir du bassin CI40206 l'eau huileuse est transférée par des pompes verticales P40204/1-2-3 avec un débit de 60 $m^3$/h vers deux bacs de stockage V40202/1-2 avec une capacité de 1200$m^3$chacun, la réception de l'eau l'huileuse aux bacs se fait en parallèle (les deux bacs en même temps). A ce niveau les huiles remontent à la surface et sont récupérée et envoyée vers le bac CI40215. Le but de cette étape est d'éliminer une grande partie des huiles pour éviter l'encrassement des ouvrages et canalisations en aval.

### III.2.1.1.3.Déshuilage physique :

A partir des bacsV20202/1-2, l'eau huileuse est envoyée par les pompes P40206/1-2 au bassin de traitement physico-chimique, le débit traité est de 60 $m^3$/h, elle entre deux séparateurs physique MS 40205/1-2 ou l'huile flottante est éliminé de la surface par raclage alors qu'au fond du bassin il se forme une boue saturée d'huiles.

- l'huile de surface est récupérée dans le bac d'huile CI40215 avec le drainage des bacs V40202/12
- La boue saturée d'huile est récupérée dans le bassin CI40216.

Les huiles récupérées dans le CI40215 est envoyé par des pompes P40210/1-2 aux réservoirs de déshydratation (silos) V40203/1-2-3 d'une capacité de 100$m^3$chacun.

L'eau est éliminée par moyen de chauffage à la vapeur. L'huile est ainsi déshydratée, elle sera envoyée à l'aide de pompes versV40203/1-2-3, ou envoyée comme l'huile sloop vers l'unité de stockage.

La boue saturée d'huile est rassemblée dans le bassin CI40201/1-2 et envoyée au CI40202 ou un désémulsifiant est additionné, puis transférée par les pompesP40211/1-2 au réservoir de décantation CI40203, après décantation et un temps de stabilisation la boue qui a subit un épaississement est envoyée vers l'installation de traitement de la boue, dans cette installation il y a une centrifugeuse de boue qui tourne à 7000tour/mn, l'eau huileuse est séparée de la boue puis envoyée au bassin CI40205. La boue liquide est acheminée par une pompe à vis vers le bassin de décantation pour être séchée. L'eau qui reste dans les séparateurs MS40206/1-2.

**Figure III.08:** les bacs de déshuilage physique

### III.2.1.1.4.Déshuilage chimique :

Le déshuilagechimique se fait au niveau de deuxbassinsdéshuileurs MS40206-1-2 par l'ajout d'un cotéd'agentfloculant et coagulant appelés PAC polychlorured'aluminium et PAM polycrylamid et d'un autrecotéparl'ajout de désémulsifiant.

**Figure III.09:** bassin de floculation chimique

**Figure III.10:**le floculantpolychlorured'aluminium (PAC)

**Figure III.11:**le coagulant polycrylamide (PAM)

**Figure III.12:**désémulsifiant

Le floculant à pour fonction de former des flocs huileuse en surface. La formation de ces flocs est favorisée par une agitation de l'eau. Ces dernières sont ensuite envoyées vers un bassin de récupération de flocs le CI40217 à l'aide de pompes.

Le désémulsifiant a pour rôle d'éliminer les huiles contenu dans l'eau et non pas a sa surface. Il agit de manière à former des bulles d'air qui servent à la fixation des huiles contenue dans l'eau. Lorsque les bulles d'air saturées d'huile atteignent la surface de l'eau, elles libèrent l'huile fixée sur elles en s'éclatant.

L'huile libère est sous forme d'écume .cette écume est raclée en surface par un écrémeur à basse vitesse pour éliminer l'écume d'huile à travers un déversoir et envoyée au CI42017 (bassin de floculation) après cette opération la COD est réduit à moins de 60mg/l .

L'eau restante dans les séparateurs chimiques MS 40206/1-2 est acheminée par gravité avec un débit moyen de 60$m^3$/h, aux bassins bactériologiques CI40209/1-2-3 dits lits bactériens.

### III.2.1.1.5.Traitement bactériologiques:

L'eau sanitaire provenant de la base de vie se joint à l'eau déshuilée avant l'entrée au CI40209/1-2-3 avec un débit de 20$m^3$/h.

L'eau de neutralisation du V 40210 se joint aussi avec un débit de 20$m^3$/h à l'eau de séparateurs et l'eau sanitaire avant l'entrée au CI 40209/1-2-3, dans ces bassins la capacité de traitement est de 100$m^3$/h.

Dans les bassinsbactériologiques un apportd'air par des soufflantesest indispensable, l'airenvoyé assure l'oxygénation des bactériesprésententdansl'eau.

Les bactéries sont pour rôled'éliminer les matièresorganiques en suspension et dissoutesque les traitements physiques et chimiques ne peuvent pas éliminer.

**NB** : il y a deuxformes de bactéries

1-bactérie aérobiquevit en présence **d'$O_2$**.

2-bactérie anaérobiquevit en absence **d'$O_2$**.

L'eau est ensuite collectée par moyen de déversoirs dans les MS40208/1-2(bassin de récupération d'eau prétraitée) dans ce bassin une injection chimique de floculant coagulant est faite, elle est mélangé par un agitateur, l'eau est acheminée vers le bassin de sédimentation (décantation) CI40211/1-2.

La boue accumulée au fond est transférée par les pompes P40213/1-2 au bassinCI40218 (bassin de boue) l'eau prétraitée continue son chemin vers les filtres à sables puis les filtres à charbon actif. Les filtres à sable ont pour objectifs d'éliminer les matières en suspensions tandis que les filtres à charbon actif éliminent les métaux lourds tels que le plomb, le cuivre, le fer...

Une fois filtrée l'eau est récupérée dans le bassin CI40213celle-ci subit une injection de chlore qui désinfecte et réduit les microorganismes pathogènes ainsi que les composés responsables de mauvaises odeurs.

Avant son rejet l'eau traitée doit faire l'objet d'analyse au laboratoire pour vérifier sa qualité et s'assurer que le contenant en hydrocarbure est inferieur à10mg/l.

L'eau peut être rejetée à l'extérieur de la raffinerie vers le lac ou servira comme eau d'arrosage ou comme eau d'appoint pour les tours de refroidissement.

**Figure III.13:** les bassins bactériologiques

### III.2.1.2.Traitement des eaux concentrées :

L'eau concentrée est récupérée dans les bacs V40202/1-2 décrits précédemment. Cette eau contient de la soude, sels caustique, sels de calcium et de magnésium, des amines etc... .

L'eau alcaline provenance des unités de productions est envoyée dans le V40206 capacité 22$m^3$. Cette eau de PH supérieur à 9 est mélangée à de l'eau de PH inférieur à 6 dans un mélangeur statique V40201.Une fois mélangées elles stabilisent le PH entre 7.8 à8.2.

Du V40201, l'eau est envoyée aux séparateurs physico-chimique MS40202 d'où elle va être séparée des huiles par moyen physique.

1. huile en surface va vers le CI40215
2. eau à l'intermédiaire reste dans le MS40202
3. boue va vers le CI40216

Quand à l'eau restante dans le MS40202 elle va subir un traitement chimique par l'injection de floculant et de désémulsifiant.

Après traitement chimique, l'eau est envoyée au filtres biologiques au nombre de 6 d'une capacité chacun de 60$m^3$.

Les filtres sont disposés en deux rangées en parallèle, trois filtres de chaque rangée.

- premier rangée 3 filtres biologique Q40202/1-2-3
- deuxième rangée 3 filtres biologique Q40202/4-5-6

La quantité d'eau reçue est de 20$m^3$/h, cette quantité est divisée par deux : La première rangée reçoit10$m^3$/h, la deuxième rangée reçoit aussi 10$m^3$/h. Apres sortie des filtres, les eaux en provenance des deux rangés se rencontrent avec un débit de 20$m^3$/h.

L'eau concentrée est envoyée au bassin bactériologique CI40201/1-2 avant l'entrée elle rencontre les eaux sanitaires provenant de la base de vie

Après les bassins bactériologique l'eau continue son chemin vers le bassin CI40202 dans le quel il y a adition d'un produit chimique d'émulsifiant pour améliorer la DCO et la DBO, puis elle est refoulée vers le bassin de sédimentation (décantation) CI40203. La boue accumulée au fond de ce dernier est envoyée au bassin CI40218. L'eau traitée est envoyée au bassin CI40204 pour être utilisée comme eau d'arrosage.

## III.3. description de l'unité de craquage catalytique de la raffinerie d'Adrar :

L'unité craquage catalytique est la troisième unité de production de la raffinerie.
Elle traite le résidu atmosphérique, sa capacité est de 300 000 tonnes par an, elle produitles essences, le gasoil léger, les GPL, le slurry et les gaz incondensables.

**Figure III.14 :** L'unité de craquage catalytique.

### III.3.1.Aperçu sur le procède :

Le procède de craquage catalytique dénommé : RFCC (Résidu fluide craquagecatalytique) est composé des sections suivantes :

### III.3.1.1.Section réactionnelle :

Cette section est le coeur de l'unité, elle est composée d'un réacteur et d'unrégénérateur.

- **Réacteur:**

Il est composé d'une tuyauterie verticale appelée : Rizer surmontée d'uneenceinte fermée, comprenant à sa partie supérieure un désengager et à sa partieinférieure un stripper.

- **Régénérateur :**

C'est l'équipement dans lequel se réalise la régénération du catalyseur usé(désactivé). Par combustion de son coke par de l'air chaud. L'air chaud provenant de la chambre de combustion entre en contact avec le catalyseur désactivé ce qui amorce lacombustion progressive du coke, au sommet de l'équipement la combustion est quasitotale et le catalyseur est pratiquement régénéré.

Les fumées de combustion du régénérateur sont évacuées par le sommet pouralimenter une chaudière à vapeur en source de chaleur. À la sortie de la zone deradiation de la chaudière, les fumées sont évacuées vers l'atmosphère par la cheminée.

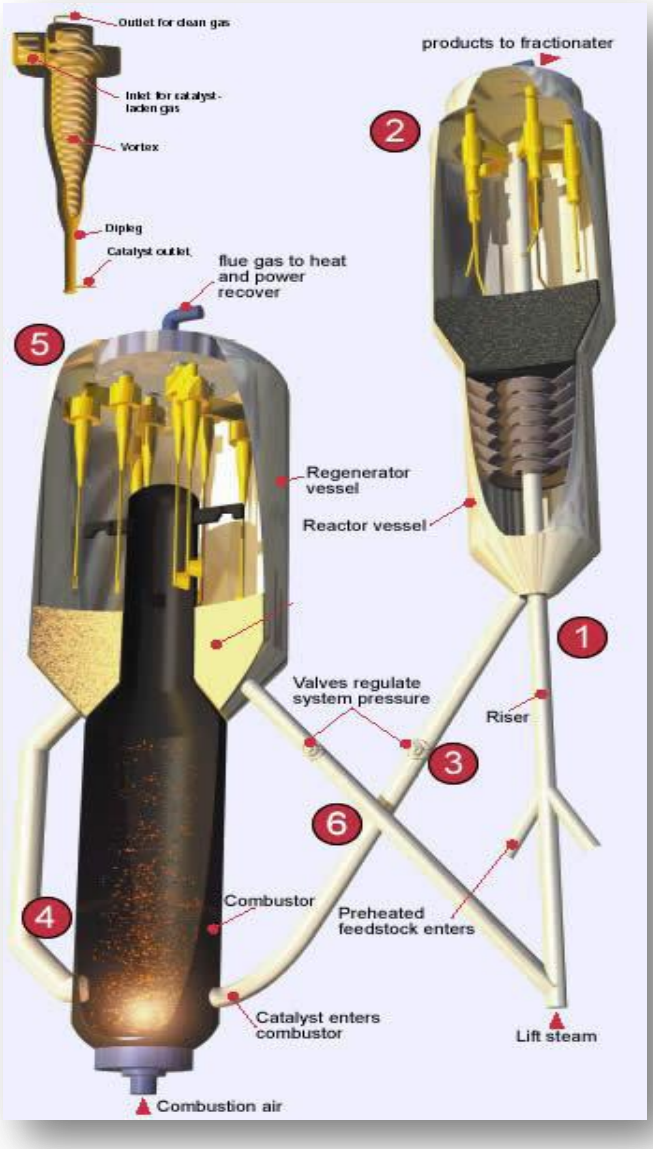



**Figure III.15**: Dessin simplifié d'un réacteur et régénérateur.

### III.3.1.2.Section fractionnement primaire :

Les produits du réacteur constituent la charge alimentant la colonne depréfractionnement. Celle-ci (la charge) étant vaporisée et surchauffée, des reflux sont réalisés à desniveaux différents de la colonne dans le but de faciliter la séparation entre les produitslégers et lourds.

Le fond de la colonne est constitué par une huile lourde appelle Slurry. Celui-ci est en majorité utilisé après refroidissement comme reflux de fond, unepartie seulement est soutirée après filtration.

Comme soutirage latéral de la colonne, on a le gasoil léger qui subit un strippingà la vapeur puis un traitement avant d'être refoulé vers le stockage.

Les vapeurs de tête constituées de produits légers sont refroidies et récupéréesdans un ballon, les gaz non condensés constituent les gaz craqués.

### III.3.1.3. Section d'absorption et de stabilisation :

Cette section renferme une colonne d'absorption primaire, une colonned'absorption secondaire, un stripper (deéthaniseur) et une colonne stabilisatrice.

### III.3.1.3.1.Adsorption :

Les gaz craqués du ballon sont comprimés par le compresseur a deux étages avecintercooler jusqu'à une pression de 1 ,6 Mpa et une température de 110°c.à la sortie du deuxième étage du compresseur les gaz comprimés sont mélangésavec les gaz provenant de la tête du stripeur « déethaniseur» et l'eau de lavageprovenant de la section de fractionnement (eau acide de ballon).

Le mélange (gaz /eau) est refroidi dans l'aéroréftégérant Ts=60°c puis mélangéde nouveau avec le produit du fond de l'absorbeur primaire. L'ensemble des mélanges(hydrocarbure + gaz + eau) est refroidi dans le condenseur Ts=40°c.

Après refroidissement dans le condenseur, le mélange (hydrocarbure + gaz + eau)partiellement condensé est recueilli dans le ballon de séparation Les gaz non condensédu ballon alimentent la colonne d'absorption primaire par le bas au niveau du 30ème plateau.

Le 1er reflux est aspiré par la pompe à partir du 6ème plateau de l'absorbeurprimaire puis refoulé à travers le condenseur Ts=40°c ensuite retourne à l'absorbeurau niveau du 7ème plateau.

Le second reflux est aspiré par la pompe partir du 23ème plateau de l'absorbeurprimaire puis refoulé à travers le condenseur Ts=40°c ensuite retourne à l'absorbeur auniveau du 24ème plateau.

Après absorption, tes gaz de tête de l'absorbeur primaire alimentent la colonned'absorption secondaire par le bas au niveau du 14ème.

Le gasoil léger venant du ballon du stripper de la colonne defractionnement est utilisé comme liquide absorbeur des gaz au niveau de la colonned'absorption secondaire.

Les gaz de tête de la colonne d'absorption secondaire sont envoyés au ballon deséparation (séparation des gaz légers Cl et C2 des gaz lourds C5 et plus) puis vers lasection de traitement de l'unité pour désulfuration ensuite vers le réseaufuel gaz.

Le produit du fond de la colonne d'absorption secondaire avec leliquide venant du ballon de séparation traversent l'échangeur pour céder leurs chaleurs au gasoil léger puis retournent à la colonne de fractionnement au niveau du 10ème plateau.

La phase condensée du ballon aspirée par la pompe constitue la charge du déethaniseur. L'alimentation du déethaniseur se fait au niveau du 1er plateau sans être chauffééet au niveau du plateau après être chauffée dans l'échangeur. Le fond de la colonne« stripper » est chauffé par le reflux moyen de la colonne de fractionnement au niveaudu rebouilleur afin d'éliminer les fractions légères tel que le méthane, l'éthane et lesautres corps plus légers.

### III.3.1.3.2. Stabilisation :

Le fond deethanisé de la colonne « stripper » aspiré par la pompe alimente lacolonne stabilisatrice « debuthaniseur» au niveau des plateaux 20ème ,24ème et 28ème,cela après avoir été chauffée dans l'échangeur par le produit du fond de la mêmecolonne stabilisatrice.

Après séparation dans la colonne stabilisatrice, les vapeurs de tète sont refroidis dans les aér refrigérants puis dans les condenseurs.

Le mélange partiellement condensé est recueilli dans le ballon. La phase liquide du ballon constituée des L.P.G est aspirée par la pompe et refoulée dans deux directions:

1. Vers la colonne stabilisatrice comme reflux de tête.
2. Vers la section de traitement chimique (refining) pour élimination des mercaptans avant d'être envoyée vers le ballon accumulateur de la section « gaz plant» (fractional section) de l'unit« C.D.U ».

L'eau acide recueillie au niveau de l'appendice du ballon va directement vers la sortie du ballon puis vers la section de traitement des eaux acides.

1. Rebouillage du fond de la colonne stabilisatrice:

Le produit du fond de la colonne stabilisatrice est chauffée par le reflux moyen dela colonne de fractionnement au niveau de l'échangeur « rebouilleur».

2. Refroidissement du fond de la colonne stabilisatrice:

L'essence stable passe à travers l'échangeur de chaleur d'alimentation de lacolonne stabilisatrice et l'échangeur de chaleur d'alimentation de la colonne «stripper» à partir du fond de la colonne de stabilité.

En passant à travers l'échangeur de chaleur de l'essence stable et de l'eau chaude, et lerefroidisseur d'essence stable, elle est refroidie jusqu'à la température de 40°c.

Une partie du produit refroidis est refoulé vers la section de traitement «refining»,l'autre partie est aspirée par la pompe et refoulé vers l'absorbeur primaire au 1er plateaucomme additif au liquide d'absorption : le naphta du ballon.

## III.4. Description de la section 800 :

**Figure III.16:**la section 800

Le mélange de l'eau acide provenant de l'unité RFCC, CDU et CRU entent dans le ballon de dégazage (D208 801) pour éliminer les légers des hydrocarbures. Les hydrocarbures éliminés sont envoyés vers le système torche.

L'eau acide dégazée entre dans le ballon de déshuilage (D203 802) pour éliminer les huiles, puis l'eau acide déshuilé descend dans le ballon de stockage (D203 803) pour la sédimentation et déshuilage.

**Figure III.17 :**le bac de stockage (D203 803)

L'huile éliminer dans le ballon (D203 802) et (D203 803) est évacuée dans le ballon souterrain (D203 809) puis repris par la pompe (P203 802) et envoyer par intermittence dans le ballon (D203 304). L'eau acide du ballon (D203 803) entre dans le ballon (D203 804) aspiré par la pompe (P203 801 / 1.2) et refoulée dans deux directions différentes :

## Direction I:

L'eau passe par un condenseur (E203 801) pour le maintient d'une température de 40° C, puis il passe en tête de la colonne stripeur (C203 801) comme reflux pour le maintient d'une pression de 1Bar.

## Direction II :

L'eau passe par un train d'échangeur :

1. (E203 803) pour élever la température par l'eau purifié chaud.
2. (E203 805) a contre courant avec le soutirage du 18éme plateau

3. (E203 802) a contre courant avec l'eau purifié et entre dans le 1$^{er}$ plateau de la colonne (C203 801) avec une température de 150℃.

Au fond de la colonne (C203 801) il ya un rebouilleur (E203 810) avec la vapeur de 10 bar pour le maintient de la température de fond à 160℃.

Les acides- gaz (H2S) de tête de colonne (C203 801) passe a travers un condenseur (E203 809) et entre dans le ballon de séparation (D203 808).

Le liquide du ballon (D203 808) est de l'eau acide entre directement dans le ballon (D203 803). Les gaz du ballon (D203 808) sont (H2S…..) vont directement vers le ballon (D203 813).

Le liquide du ballon (D203 813) est évacué vers le ballon d'eau acide (D203 814).

Les du ballon (D203 813) passent dans l'incinérateur (F203 801) à 1400 ℃.

Le soutirage de la colonne stripeur (C203 813) entre dans un premier condenseur (E203 805) puis une série de ballons de séparation (D203 805, D203 806, D203 807) et une série de condenseurs intermédiaires (E203 806, E203 807) pour séparer l'ammoniac et le liquide d'eau

Les condenseurs liquides du ballon (D203 805) et (D203 806) combinés avec ceux du ballon (D203 807) sont refroidit à 40°C dans le condenseur (E203 808) puis envoyé dans le ballon de condensat liquide (D203 803)

Le liquide séparé est envoyé vers le ballon d'eau brut (D203 803)

L'ammoniac (NH3) obtenu avec une concentration de 98% est envoyé vers le ballon de séparation (D203 811) puis elle est évacuée vers l'incinérateur (F203 801). La température de l'incinérateur est de 1400°C au cours de laquelle l'ammoniac est décomposé en azote à l'intérieur de ce dernier.

La température de fumée est ajustée entre 300°C et 350°C avec l'aire auxiliaire. Ces fumées avec ceux venant du cracking catalytique sont évacuées vers la cheminée.

NB : l'air du four est assuré par le ventilateur d'air (K203 801/1.2) et le combustible est assuré par le fuel gaz ou dry gaz

Le produit du fond (eau purifiée) du stripeur (C203 801)échanger la chaleur avec l'eau brute venant du ballon (D203 803) au niveau de l'échangeur (E203 803/1.6) puis passe a travers le

condenseur (E203 804/1.2) ou il est refroidit à 40°C ensuite il est envoyé au ballon de stockage de l'eau purifiée (D203 812)

Une partie de l'eau purifiée est envoyée à l'unité de distillation atmosphérique et l'autre partie est évacuée dans la conduite d'eau huileuse

Les gaz acides de tête de stripeur (C203 801) après séparation dans le ballon (D203 808), sont envoyés avec les gaz acides produits dans les unités de désulfuration du dry gaz et des GPL vers l'incinérateur (F203 801). Après l'incinération les fumées sont évacuées à l'atmosphère a travers la cheminée (ST2401).

## IV.1.Introduction:

Les analyses physico-chimiques des eaux acide après leur traitement physique au niveau de la section 800 a pour but d'évaluer qualitativement ces eaux tout en déterminant lesdifférents paramètres tels que : le pH, le dosage de sulfite, le dosage d'ammonium.

## IV.2.Laboratoire de SBAA :

Laboratoire est divisé en deux parties principales :

Partie1 : bloc des analyses des huiles

Partie 2 : bloc des analyses des eaux

Ce dernier, ce qui nous intéresse pour nos études, pour cela nous réalisons trois analyses physico-chimique essentiel spécialement pour les eaux acides arrivée d'après la section 800 de l'unité de craquage catalytique (RFCC), ces analyses est pour le but de savoir est- ce que les eaux acides traités de cette unité est dans les normes national des rejets liquide et gazeux dans les industries pétrolières (décret exécutif 06-141 ,06-142 et 06- 143 ), et est-ce que la section 800 et ses traitements physique seulement était suffisamment parfait.

**Remarque :**

Les analyses des eaux acides ce fait chaque mardi, ce sont des analyses hebdomadaires pas journalière.

**Tableau IV.05:** Caractéristiques physico-chimique liées à la structure naturel de l'eau

| Caractéristique | Unités | Concentration |
|---|---|---|
| PH | Unité PH | 6 .5 à 8.5 |
| Conductivité | µs/cm | Au maximum 2.800 |
| Dureté | Mg/l de CaCO3 | 100 à 500 |
| Chlorures | Mg/l (CI) | 200 à 500 |
| Sulfates | Mg/l (SO4) | 200 à 400 |
| Calcium | Mg/l (Ca) | 75 à 200 |
| Magnésium | Mg/l (Mg) | 150 |
| Sodium | Mg/l (Na) | 200 |
| Potassium | Mg/l (K) | 20 |
| Aluminium total | Mg/l | 0.2 |
| Oxydabilité au permanganate de potassium | Mg/l en oxygène | Au maximum 3 |
| Résidus secs après dessiccation à 180°C | Mg/l | 1.500 à 2.00 |

**Tableau IV.06:** Caractéristique concernant les substances indésirable.

| Caractéristique | Unité | Concentration |
|---|---|---|
| Nitrate | Mg/l de NO3 | Au maximum 50 |
| Nitrite | Mg/l de NO2 | Au maximum 0.1 |
| Ammonium | Mg/l de NH4 | Au maximum 0.5 |
| Azote kjeldahl | Mg/l de $N^{(1)}$ | Au maximum 1 |
| Fluor | Mg/l de F | 0.2 à 2 |
| Hydrogène sulfuré | / | Ne pas être décelable organoleptiquement |

**Echantillons :**

Le terme échantillon indique ici l'eau recueillie pour les analyses diverses et le terme " eau à analyser " désigne la partie aliquote de cet échantillon sur laquelle sont effectuéesles analyses individuelles.

L'eau à analyser doit représenter les propriétés de l'échantillon et de sa source.

Verser l'échantillon dans un flacon à échantillon en verre blanc dur ou polyéthylène avec bouchon en verre.

Il est préalablement lavé puis rincer à l'eau à analyser avant d'être rempli.

Le flacon est bouché hermétiquement puis transporté au laboratoire ou au lieu d'analyser une qualité convenable d'eau est extraite de cet échantillon pour effectuer l'analyse aussi rapidement que possible.

On recueille de 1 à 2 litres d'eau pour les analyses générales. [36]

## IV.3.Dosage de l'Ammonium $NH4^+$ par spectrophotométrie FIA (Flux Injection Analyseur) :

### IV.3.1.Principe de l'analyse :

L'ammonium est dosé par la méthode de Nessler, en présence d'acide chlorhydrique, l'ammonium réagit en se transformant en gaz ammoniac qui passe à travers une membrane à diffusion gazeuse ou il est séparé des autres gazes dissous de l'échantillon. Ce gaz est mis en contact avec le réactif de Nessler(iodomercurate de potassium alcalin) qui se décompose en iodure de dimercuriammonium, complexe coloré dosé à 430 nm. [37]

### IV.3.2.Principe de la mesure :

Il s'agit d'une méthode spectro- photométrique : le réactif de Nessler réagit avec les ions NH4+ en présence de KOH ou de NaOH ; il se forme un composé brun - orangé.

La concentration en ions est calculée à partir de la mesure de l'absorbance à 430 nm effectuée avec un spectrophotomètre. [38]

La mise en solution de $NH_4^+$ dans l'eau correspond à l'équation suivante :

$$NH_4^+ + H_2O \longrightarrow NH_3 + H_3O^+ \ldots\ldots..03$$

Alors que la préparation d'une solution aqueuse d'hydroxyde d'ammonium (ammoniaque) est :

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^- \ldots\ldots. 04$$

Ce sont des réactions acido-basique, d'où le couple acide/base suivant : $NH_4^+/NH_3$

## IV.3.3.Réactif de Nessler :

Le réactif de Nessler signe la présence de $NH_4^+$ avec une excellente détectabilité.

La composition du réactif de Nessler est la suivante :

**Tableau IV.07** : Composition chimique de la réactif Nessler

| la composition du réactif Nessler | La quantité de présence des composants |
|---|---|
| **KI** | 3 .5 g |
| **$HgI_2$** | 1.3 g |
| **$H_2O$** | 70 ml |
| **NaOH** | 30 ml |

## IV.3.4.Prélèvement d'échantillon :

Remplir complètement le flacon de prélèvement et fermer. Si possible, effectuer le transport à basse température (environ 5°C) dans une glacière. Le dosage en laboratoire doit intervenir rapidement (l'échantillon peut se conserver 24h au réfrigérateur). L'échantillon prélevé doit être limpide. [39]

## IV.3.5.Mode d'opératoire :

Dans des tubes à essai de 50 ml en met 1 ml jusqu'au 50 ml de l'échantillon (eaux acides de l'RFCC) sans oublier le blanc

1. Ajouter 2 ml de la solution de sodium potassium tartrate
2. Ajouter 2 ml du réactif de Nessler
3. Laisser reposer 15 minutes
4. Lire les résultats de $NH4^+$à l'aide d'un spectrophotomètre longueur d'onde est 430nm et cellule de 10 nm
5. Noter l'absorbance et calculer la concentration en mg /l. [40]

## IV.3.6.Matériel et Méthodes :

### IV.3.6.1.Matériel :

1. Bouteille pour prélèvement et éventuellement système de perche pour prélever dans le courant.
2. Fioles jaugées de 50mL et 1L.
3. Pipettes de 5, 10 et 25mL.
4. Agitateurs.
5. Bechers.
6. Spectrophotomètre (mesure à 430nm) + cuves (10mm de parcours optique).

### IV.3.6.2.Méthode :

1. Compléter à 50mL avec de l'eau et ajouter (éventuellement) 2mL de la solution de tartrate puis mélanger.
2. Ajouter 2mL de réactif de Nessler puis mélanger à nouveau.
3. Attendre 15 min et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 430nm (ne pas oublier au préalable d'avoir réglé l'appareil au zéro d'absorbance par rapport à l'eau). Bien respecter un même délai entre l'apport de réactif et la mesure pour chacune des dilutions réalisées.
4. Construire la courbe d'étalonnage.

## IV.3.7.Dosage :

1. L'ammoniaque est dosée selon la méthode de NESSLER. C'est une solution d'iodure mercurique qui en milieu basique en présence de $NH_3$ conduit à la formation d'un complexe de couleur jaune/orangé.
2. Alors pour cela, en prend 50mL de l'eau prélevée, ajouter (éventuellement) 2mL de la solution de tartrate puis mélanger. Ajouter 2mL de réactif de Nessler puis mélanger à nouveau. Attendre 15 min et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 430 nm. Là encore, bien respecter le même délai entre l'apport de réactif et la mesure que lors des essais sur la gamme étalon ; il faut aussi que les liquides (solutions étalon et prélèvement) soient à la même température.
3. Déduire le résultat de l'utilisation de la courbe d'étalonnage construite. Si le résultat est en dehors de la gamme d'étalonnage, recommencer le dosage en diluant l'échantillon prélevé. [41]

## IV.4. Dosage de Sulfite ou dioxyde de soufre par la méthode de Ripper :

### IV.4.1.Définition de Sulfite :

Le dioxyde de soufre (synonymes: anhydride sulfureux, $SO_2$, sulfite, bisulfite, oxyde sulfureux) est un gaz de formule chimique $SO_2$, c'est-à-dire qu'il comporte un atome de soufre et deux atomes d'oxygène

Le dioxyde de soufre $SO_2$ gazeux réagit quasi instantanément avec l'eau suivant l'équilibre :

$$SO_2 + 2\ H_2O \longrightarrow HSO_3^- + H_3O^+ \ldots\ldots 05$$

Il se forme des ions hydronium $H_3O^+$ et des anions hydrogénosulfite $HSO_3^-$ (ou bisulfite). Le $SO_2$ en solution aqueuse est appelé « acide sulfureux ».

Un second équilibre s'établit avec l'hydrogénosulfite :

$$HSO_3^- SO_3^{2-} + H^+ \ldots\ldots 06$$

### IV.4.2.Définition de Soufre :

Le sulfure d'hydrogène, ou hydrogène sulfuré, est un composé chimique de formule $H_2S$, constitué de soufre et d'hydrogène. C'est un gaz inflammable, incolore, à l'odeur nauséabonde d'œuf pourri, très toxique, faiblement soluble dans l'eau en donnant un acide faible, l'acide sulfhydrique. Il réagit avec les solutions aqueusesbasiques et les métaux tels que l'argent ou l'acier, même inoxydable.

### IV.4.3.Utilisations et industrie :

Le sulfure d'hydrogène est produit par de nombreuses industries, par exemple dans la transformation des produits alimentaires, le traitement des eaux usées, les hauts fourneaux, la papeterie, la tannerie, le raffinage du pétrole. Il est également présent dans le gaz naturel et le pétrole, desquels il est généralement retiré industriellement avant leur traitement.

### IV.4.4.La méthode de Ripper :

C'est une méthode très satisfaisante pour le dosage courant du dioxyde de soufre quand sa teneur est inférieure à 300 mg/l.

### IV.4.5.Principe :

Le SO2 ou dioxyde de soufre existe sous 2 formes : libre et combiné. La forme libre est dosée en milieu acide par titrage iodométrique direct et la forme combiné par la différence entre l'anhydride sulfureux total et l'anhydride sulfureux libre. Le SO2 combiné est hydrolysé en milieu alcalin. [42]

### IV.4.6.Mode d'opératoire :

1. verser dans un erlenmeyer 50 ml d'eau distillée
2. verser dans un autre erlenmeyer 5 ml de l'échantillon et 45V ml de l'eau distillée
3. 10 gouttes d'acétate de zinc $(CH_3COO)_2Zn$
4. Ajouter 10 ml de l'iode 0 .05 mol /l
5. Ajouter 5 ml de $H_2S_2O_3$ (1+5) V/V
6. Fermer les erlenmeyers et mettre une quantité d'eau distillée sur les bouchons, laissé reposer 5 minutes après titrer avec une solution de thiosulfate de sodium$Na_2S_2O_3$ (0.1mol/l).
7. Titrer jusqu'à ou la couleur jaune pale, ajouter l'amidon et continuer titration jusqu'à ou la couleur devienne transparente.
8. Noter le volume versé de $Na_2S_2O_3$et calculé la concentration de sulfite avec la relation suivante :[43]

$$C_{DCO} = (V_0 - V) * C_{Na2S2O3} * 16.3 * 1000 / V_{Ech} \quad .....(05)$$

## IV.5. Mesure de PH :

Méthode élaborée d'après : ASTM D 1293 (pH)

### IV.5.1.Définition de PH:

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "pH" permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. Le pH de l'eau pure à 25°C, qui est égal à 7, a été choisi comme valeur de référence d'un milieu neutre.

### IV.5.2.Principe :

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "pH" permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. Le pH de l'eau pure à 25°C, qui est égal à 7, a été choisi comme valeur de référence d'un milieu neutre.

La valeur du pH d'une solution est directement liée à sa concentration en ions oxonium $H3O^+$ qui proviennent de la fixation d'un proton H+ sur une molécule d'eau.

Un milieu acide (correspondant à un PH faible) présente une forte concentration en ions oxonium.

Une solution aqueuse est considérée comme acide quand elle contient plus d'ions H3O+ que l'eau pure.

Inversement, un milieu basique (correspondant à un PH élevé) se caractérise par la présence d'ions hydroxydes HO- qui proviennent de la perte d'un proton H+ par une molécule d'eau.

Une solution aqueuse est considérée basique quand elle contient plus d'ions HO- que l'eau pure.

En règle générale, l'ajout d'un acide diminue le pH d'une solution neutre ou basique ; inversement, l'ajout d'une base augmente le pH d'une solution acide ou neutre.[44]

## IV.5.3.Mode d'opératoire :

1. Allumer le PH-mètre;
2. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée;
3. Prendre dans un bécher solution tampon PH=6.86;
4. mesure la température avec un thermomètre;
5. Régler la température sur le PH-mètre et tremper l'électrodePH-mètre dans la solution;
6. Laisser stabiliser un moment jusqu'à l'affichage du PH;
7. Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée;
8. Rétalonner de la même manière avec la solution tampon PH=9.18;
9. Puis rincer l'électrode avec l'eau distillée;
10. dans un bécher mettre l'échantillon ;
11. Mesurer la température;
12. Régler la température sur l'appareil puis tremper l'électrode dans l'échantillon;
13. Laisser stabiliser un moment et noter le PH.[45]

## IV.5.4.L'objective :

Ce travail a pour objet la description de la mesure du PH des eaux par la méthode potentiométrique au moyen de l'électrode de verre.

Elle précise les caractéristiques essentielles à exiger de l'appareillage en vue d'obtenir des résultats comparables et d'autre part elle constitue une normalisation du mode d'emploie de l'électrode de verre et des techniques à suivre pour obtenir des résultats corrects.

La norme est applicable dans le cas de mesures effectuées sur des eaux dont la température est comprise entre 0° C et 60°C.

## V.1.Dosage de l'Ammonium $NH4^+$par spectrophotométrie FIA (Flux Injection Analyseur) :

**Tableau V.08:** Situation de l'Ammonium$NH4^+$ à partir de concentration mesuré

| Situation | AMMONIUM ( $NH4^+$) en mg/l |
|---|---|
| **Très bonne** | Jusqu'à 'à 0.1 |
| **Bonne** | 0.5 |
| **Moyenne** | 2 |
| **Médiocre** | 5 |
| **Mauvaise** | >5 |

**Tableau V.09:**Concentration en ammoniac en fonction de la valeur de PH

| PH | Ammonium ( $NH4^+$) | Ammoniac ($NH_3$) toxique |
|---|---|---|
| **< à 6.5** | 100% | 0% |
| **7** | 99% | 1% |
| **8** | 96% | 4% |
| **9** | 68% | 32% |
| **10** | 20% | 80% |

**Figure V.18**: composition de NH3 par la décomposition de NH4 en fonction de PH

L'ion d'ammonium $NH4^+$n'est pas toxique, par contre il se transforme souvent en ammoniac $NH_3$qui lui est très toxique .Cette transformation s'opère en présence d'un PH fort et température très élevé .Un abaissement du PH provoque la réaction inverse et l'ammoniac se transforme à nouveau en $NH4^+$inoffensif .C'est un processus chimique qui se déroule spontanément sans aucune aide bactérienne.

L'ammoniaque existe en solution aqueuse simultanément sous deux formes, $NH4^+$ (ammoniaque ionisé ou ammonium) et $NH_3$ (ammoniaque non ionisé). L'ammoniaque totale est la somme de $NH_3$ et $NH4^+$. L'équilibre entre les deux formes est régi en grande partie par la température et le pH.

La solubilité de $NH_3$ dans l'eau pure est élevée, elle est de l'ordre de 900 $g.L^{-1}$à 0°C [10].

L'ammoniaque $NH_3$ est une base faible dont la réaction d'ionisation

Avec pKa = 9,26, où $K_a$ désigne la constante d'acidité du couple $NH_4^+/NH_3$. Dans la gamme des pH de la plupart des eaux naturelles, l'azote ammoniacal existe majoritairement sous la forme $NH_4^+$.

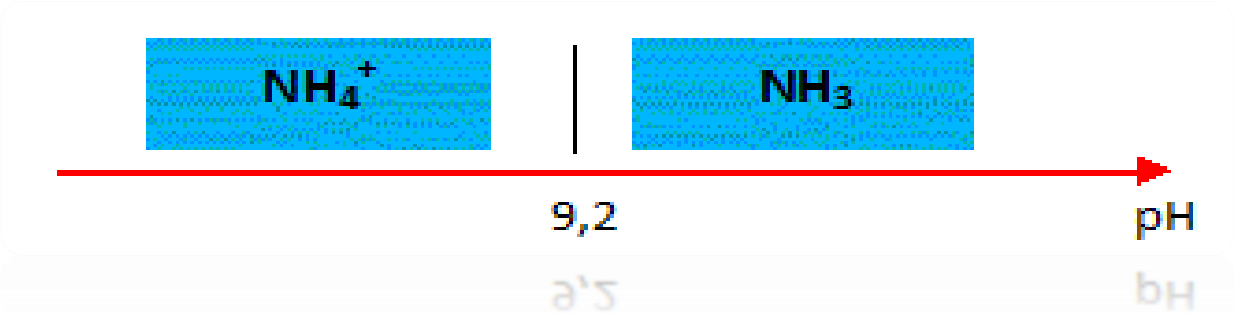



**Figure V.19:**Lediagramme de prédominance du couple de l'ion ammonium

**Figure V.20:** spectrophotomètre

**Tableau V.10** : Résultats de la concentration de l'Ammonium $NH4^+$à partir de l'absorbance

| Les jours de semaine | Mardi N°1 28/03/2017 | Mardi N°2 04/04/2017 | Mardi N°3 11/04/2017 | Mardi N° 4 18/04/2017 |
|---|---|---|---|---|
| **L'absorbance A** | 0,427 | 0,426 | 0,424 | 0,424 |
| **La concentration mg /l** | 0.31 | 0.33 | 0.4 | 0.2 |

Longue d'onde est égale à : λ= 430nm

On remarque que les résultats sont respectivement dans les normes Algériennes décret exécutif N° 06-142 du 26 Avril 2006 et décret N° 06-143 du 26 Avril 2006 du rejet gazeux et liquide que les concentrations après le traitement chimique dans la section 800 (de traitement des eaux acides) de l'unité de l'RFCC ne dépassent pas 0.5mg/l.

Avant le traitement physique que se fait au niveau de l'RFCC, les eaux acides transportés vers l'unité de Topping a l'aide des pompage pour réaliser un traitement chimique bien préciser de but de diminuer les traces de l'ammonium par l'ajoute des additifs chimique comme : HCl ,$H_2SO_4$, $CO_2$, $HNO_3$ ... pour l'acidification (car le milieu est alcalin d'un PH de 11) , ce traitement là ,s'appel la Neutralisation .

Ensuite, après le traitement chimique que se déroule dans l'unité de Topping, les eaux acides transportées encore une fois vers l'unité de craquage catalytique pour le traitement physique.

Enfin, on conclure que les résultats des analyses physico-chimique de l'ammonium montré que les traitements est bien réalisé et respecté les normes national.

## V.2.Dosage de Sulfite $SO_3^{2-}$ par la méthode de Ripper :

**Tableau V.11:** Concentration hebdomadaire de sulfite

| Les jours | Mardi 1 28/03/2017 | Mardi 2 04/04/2017 | Mardi 3 11/04/2017 | Mardi 4 18/04/2017 |
|---|---|---|---|---|
| **Concentration de sulfites $SO_3^{2-}$ mg/l** | 500 | 530 | 450 | 420 |

En remarque que les résultats de sulfite est très élevé en comparant par les normes national qu'il faut être dans l'intervalle de 200 jusqu'à 400. Cette élévation est à cause de deux facteurs principaux :

1. lavage du pétrole brut avec l'eau ;
2. l'utilisation de catalyseur(Zyoulith) dans l'untité de craquage catalytique (RFCC).

Les deux facteurs influence sur les caractéristique physico-chimique des eaux.

## V.3.Mesure de PH :

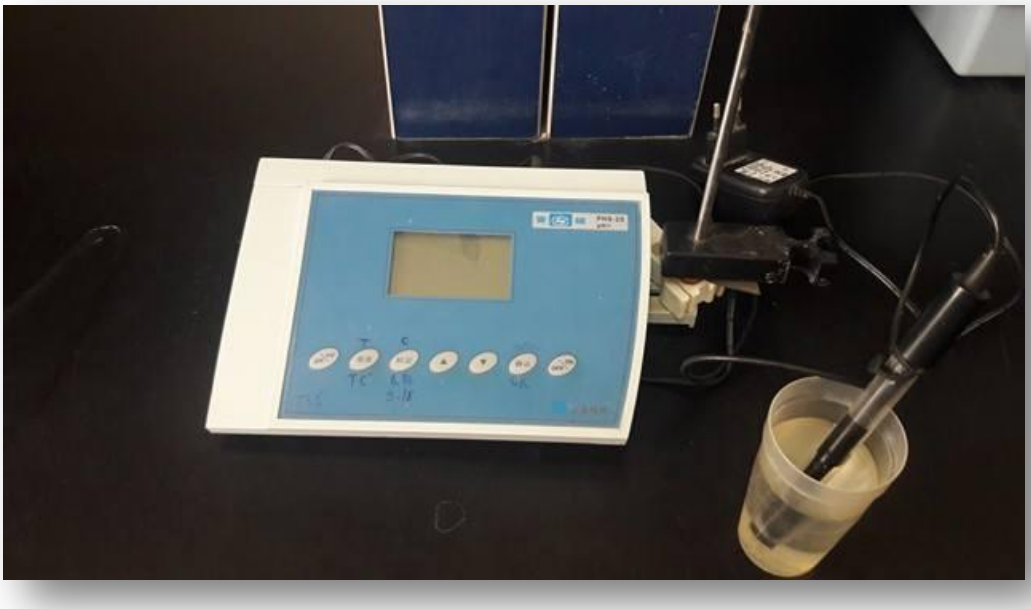


**Figure V.21:** le PH mètre

**Tableau V.12:** PH hebdomadaire de l'eau acide

| Les jours | Mardi 1 28/03/2017 | Mardi 2 04/04/2017 | Mardi 3 11/04/2017 | Mardi 4 18/04/2017 |
|---|---|---|---|---|
| **PH** | 5,1 | 6 | 5,5 | 5,9 |

On trouve que les valeurs de PH sont basse a cause de l'absence de traitement chimique car l'unité de craquage catalytique précisément la section 800 n'existe que les traitement physique.

D'après cette résultat on essayer d'étudier théoriquement une proposition d'un traitement chimique au niveau de section 800 pour l'ajustement de PH en ajoutant des additifs chimiques par la méthode de Neutralisation

## V.4.Etude théorique sur la neutralisation a la chaux:

La neutralisation a la chaux a été choisi en basant sur les critères suivants: disponibilité, faible cout de revient et par l'absence des effets secondaires.

Le but de cette étude est pour double avantages: de prévoir les résultats de traitement, orienter le procédé adéquat

### V.4.1. Neutralisation:

Le but de la neutralisation est d'ajuster la valeur du pH afin de répondre aux exigences des différentes unités de traitement du système de traitement des eaux usées.

La neutralisation peut être employée pour traiter les eaux usées acides contenant des métaux, ce procédé comprenant l'élévation du pH des déchets acides par l'ajout d'un réactif alcalin, afin de former un précipité et de recueillir le précipité. Ainsi, le pH de la solution entrante est ajusté à la plage de valeur optimum pour précipiter les métaux en hydroxydes.

Cette étape est mise en ouvre avant l'étape principale du traitement des eaux usées, qui est la clarification (= la décantation), afin de satisfaire l'ensemble des objectifs du traitement des eaux usées.

Les traitements de correction de pH, consistant à ajuster le pH d'une eau à une valeur définie et souvent désignés à tort par le terme général de neutralisation, peuvent concerner les domaines d'application suivants :

9. neutralisation d'effluents divers avant rejet dans le milieu naturel : effluents industriels acides ou alca-lins, eaux acides d'exhaure de mine… ;
10. correction du pH avant un stade de traitement biologique ou physico-chimique (ajustement du pH de floculation par exemple) ;
11. acidification devant membrane de dessalement, vaccination de circuit industriel
12. correction de l'équilibre calcocarbonique pour protéger les ouvrages et les conduites de distribution contre la corrosion (en favorisant la formation sur les conduites d'une couche protectrice carbonatée) ou l'entartrage.

## V.4. 2. Le traitement à la chaux:

lait de chaux, $Ca(OH)_2$ en suspension est un réactif liquide résultant de l'extinction de la chaux vive (CaO) ou de la dilution de la chaux hydratée (Ca(OH)2) dans l'eau. Peut être employé tel quel sous forme d'une suspension prête à l'emploi ou dilué plus fortement pour une application spécifique.

Dans le traitement des eaux usées, le lait de chaux est utilisé pour ajuster les valeurs de pH, neutraliser les effluents acides, précipiter les métaux lourds, les sulfates, les phosphates et autres ions et permettre la coagulation et la floculation des matières organiques.

Dans le traitement des boues et des déchets solides, le lait de chaux est employé pour stabiliser, pour séparer les métaux lourds et autres ions, pour améliorer la teneur en matières sèches et la structure, ainsi que pour ajouter de la valeur agronomique.

La chaux joue un rôle important et intervient à plusieurs niveaux :

1. pour corriger l'acidité des eaux ;
2. pour coaguler et floculer les matières en suspension ;
3. pour précipiter certains éléments toxiques et nuisibles ;
4. pour stériliser (destruction des germes pathogènes) ;
5. pour décarbonater les eaux, en précipitant le carbonate de calcium des eaux calcaires.

Ces applications dans le secteur de la protection de l'environnement sont nombreuses, on peut citer le traitement des :

1. Gaz de combustion (élimination des anhydriques sulfureux SO2 et acide chlorhydrique HCI, élimination du mercure);
2. Eaux potables (adoucissement, contrôle ou pH, contrôle du développement des agents; pathogènes, élimination des impuretés);`
3. Eaux de vidange, des effluents industriels; `
4. Boues de stations d'épuration.

**Tableau V.13:** Principales caractéristiques de la chaux $Ca(OH)_2$

| Eléments Pourcentage | (%) |
|---|---|
| **Fer (Fe2+)** | 0.1 |
| **Plomb (Pb2+)** | 0,005 |
| **Chlorure (Cl-)** | 0,02 |
| **Sulfate (So2-** | 0,05 |
| **Calcium (Ca2+)** | 97 |

D'après les caractéristique et les résultats précédentes de la chaux éteinte et on trouve les valeurs de PH suivant:

**Tableau V.14 :**Evolution du PH des eaux acides au cours du traitement à la chaux $Ca(OH)_2$

| Temps (min) | PH mesuré |
|---|---|
| 10 | 5.1 |
| 20 | 5.3 |
| 30 | 5.6 |
| 40 | 5.9 |
| 50 | 6.1 |
| 60 | 6.3 |

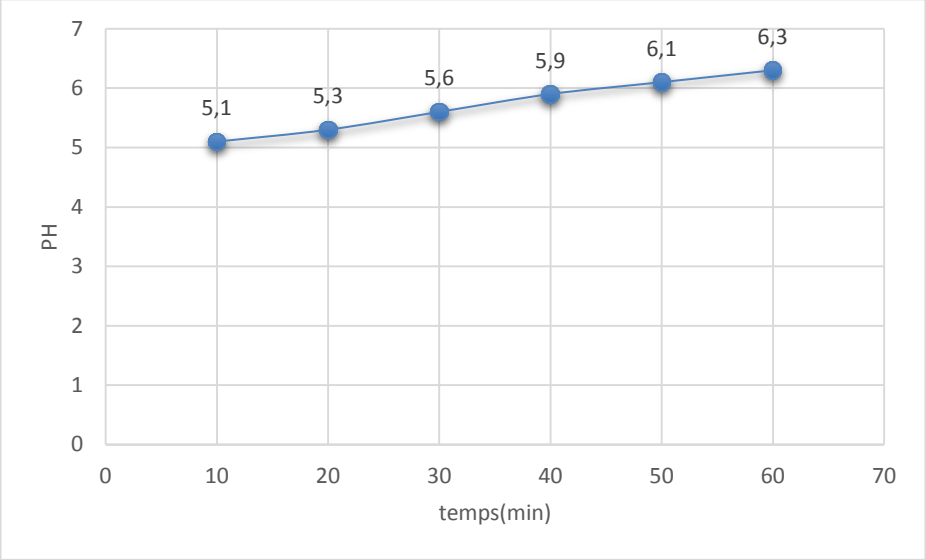



**Figure V.22:** Evolution du PH des eaux au cours du traitement à la chaux $Ca(OH)_2$

La chaux: $Ca(OH)_2$. En milieu très acide, une molécule de chaux peut neutraliser deux ions $H^+$.

Soit 1 litre de solution de pH 1. Concentration des ions $H^+$: $10^{-1}$M. On veut passer à $10^{-2}$M. Il faut donc en neutraliser $9*10^{-2}$ mol. Cela nécessite $4,5*10^{-2}$ mol de chaux. À 74 g par mol, cela signifie que pour faire passer un litre d'acide de pH 1 à pH 2, il faudrait 3,3g de chaux.

Mais si on veut que le pH passe de 2 à 3, il faudra 0,33g de chaux (par litre). Et pour que le pH passe de 3 à 4, il faudra 0,033g par litre.

# *CONCLUSION GENERALE*

Le stage pratique est autant bénéfique pour l'étudiant que pour la société puisqu'il facilite son intégration rapide dans le milieu professionnel.

Le stage pratique qui nous avons effectué au niveau de la raffinerie de SBAA Adrar et qui rentre dans le cadre des projets de mémoire de fin d'étude été l'occasion pour de familiariser avec le système et l'environnement de travail dans le secteur de raffinage de pétrole.

Par ailleurs cette étude permettre a nous d'approfondir de connaissance théorique et de maitriser le fonctionnement de la raffinerie d'une façon générale, et l'unité de craquage catalytique (section 800) d'une façon spécial.

D'après les analyses que nous avons effectuées sur les traitements physico-chimiques des eaux acides de la section 800, nous avons remarqué que certains résultats obtenus ne correspondent pas aux normes adoptées par la réglementation Algérienne.

Les pH des eaux acides de la section 800 sont inferieur a 6,5 cela implique que les résultats de ce dernier ne sont pas aux normes de la réglementation algérienne, les valeurs de sulfite sont supérieur par rapport à la norme qui est fixée de 200 à 400 mg/l. Par contre les valeurs d'ammonium sont aux normes de la réglementation algérienne.

Les perspectifs que nous proposons, il faut un traitement chimique par l'ajoute de la chaux $Ca(OH)_2$ pour la neutralisation des eaux acides dans l'unité de craquage catalytique précisément la section 800

Comme conclusion de cette étude et les resultat des analyses au sein de laboratoire, les traitements physique de l'unité de craquage catalytique (section 800) est fait pour proteger les installations industrielles, l'environnement et la santé humaine.

# Les obstacles

Au cours de notre stage nous avons rencontré plusieurs obstacles :

- Le Co-encadreur nous abandonnés au début de travail et nous continuons toute seul;
- Tous nos demandes sur les informations des normes applicable en vigueur sont refuses,
- L'usine était en arrêt durant la période de notre stage;
- La difficulté de prélèvement des échantillons;
- Manque des documentations qui nous oblige de les traduire de la langue chinoise à la langue française.

.

# Référence

[1]: F. TEXIER, Colloque Santé et environnement : risques et enjeux, Université Senghor, Alexandrie, Egypte 17 - 18 février 2007

[2]: Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 1996

[3]:"Epuration des usées domestique par les boues actives: Etudes de la performance de la STEP d'Ain El Houtz" MlleBAHA Souad MlleBENSARI Fatima 23/06/2014 modifié

[4]:www.techniques-ingenieur.com

[5] La pollution de l'eau d'origine industrielle - Panorama 2007 / 2008.Informations générales sur la pollution de l'eau. pg10

[6] CHERRAK Rachida et BENDIA Nora, mémoire de fin d'études (GE) 2006. Traitement biologique des effluents liquide de la raffinerie d'Arzew.

[7] F. LARKEM et S. BASEL. Traitement des eaux usées « effluents » de la raffinerie de SKIKDA. Mémoire d'ingénieur. Université de CONSTANTINE .2005.

[8] NIATI Tarek et CHEMIRIK Nabil, mémoire de fin d'étude (CIE) 2013. Suivi et contrôle du traitement des rejets liquides de la raffinerie d'Arzew.

[9] YOUCEFI Fatima Zohra et BOUBOSLA Khadidja, mémoire de fin d'étude (IBE) 2012. Etude de l'unité de traitement des eaux usées au niveau du complexe GP1/Z.

[10] SOFIANE AEK, Mémoire de fin d'études (GH) 2011. Traitement des eaux usées urbaines à EL KARMA-ORAN.

[11] Mr. HOUARI et KHERROUBI, mémoire de fin d'études DEUA chimie « Théorie, propriétés, analyse physico chimique et bactériologique de l'eau potable dans la ville de CHLEF et ses environs », USTO, 2007.

[12] Afir D et Mezaoua, (1984), « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingéniorat, école nationale de polytechnique.

[13] Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, (2004), Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

[14] Galaf F et S. Ghanna M, (2003). « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un siteWebsur la pollution du milieu marin ». Mémoire d'ingénieur d'état. Université.

[15] Encyclopedia,(1995) . Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8. épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.

[16] Mayet J.,(1994), « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2ème Edition, p382, Paris.

[17] F. GALAF et S. GHANNAM. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état. Université

[18] Jean RODIER et all. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème édition. DUNOD. PARIS. 1996.

[19]. Traité l'environnement. Technique de l'ingénieur. Volume G1210.

[20].Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, (2004), Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

[21]. Emilian Koller. Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues. DUNOD. PARIS. Avril 2004.

[22]. A. MIZI. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA. 2006.

[23]. Alain BOTTA. Laurence BELLON. Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-Méditerranée TEHYS. Avril 2001.

[24].A. MIZI. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA. 2006.

[25].R. SALGHI. Différentes filières de traitements des eaux. Cours. Ecole nationale des sciences appliquées d'AGADIR. Université IBEN ZOHIR. ROAUME du MAROC. 2006.

[26]. www.bretgne.drire.gouv.com

[27]. Traitement physicochimique de la pollution soluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270.

[28]. Dégréements traitements des eaux : juillet 1980, Réf.333.0.370.00.

[29]. Joseph PRONOST, Rakha PRONOST et all. Office internationale de l'eau. Décembre 2002.

[30]. Camille Baar, Virgine Letebvre et all. Traitement des eaux usées (1). Université libre deBruxelles. 2005.

[31]. Claude CARDOT. Génie de l'environnement, les traitements de l'eau. Edition Ellipses. Paris. 1999.

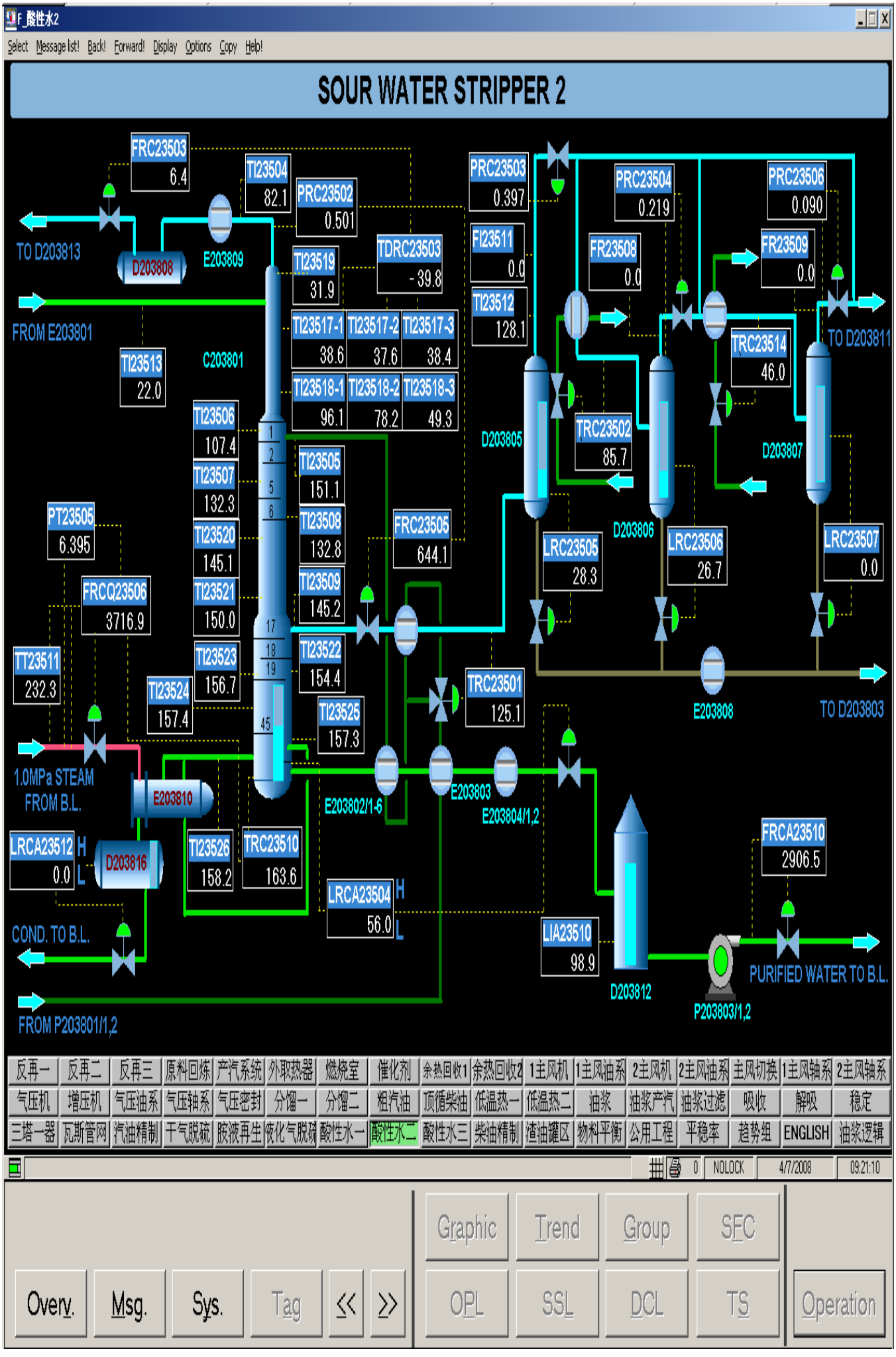
[32]. ECKENFELDER (W.W.). – Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Technique et Documentation. Lavoisier 1982.

[33]. Bernard Pironin. Traitement des eaux.

[34], [35]. www.emse.com

[36], [40], [42], [43], [44], [45],Book of ASTM standard section 5 ,activité aval,division raffinage ,raffinerie de skikda

[37], [38], [39], Koroleff F.(1970). Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue, in: information on techniques and methods for seawater, inter. Rep. Cons. Znt. Explor. -Mer.


F_酸性水2
Select Message list! Back! Forward! Display Options Copy Help!
SOUR WATER STRIPPER 2
FRC23503 6.4
TI23504 82.1
PRC23502 0.501
TO D203813
D203808
E203809
TI23519 31.9
TDRC23503 -39.8
FROM E203801
TI23513 22.0
C203801
TI23517-1 38.6
TI23517-2 37.6
TI23517-3 38.4
TI23518-1 96.1
TI23518-2 78.2
TI23518-3 49.3
TI23506 107.4
TI23507 132.3
TI23520 145.1
TI23521 150.0
TI23523 156.7
TI23505 151.1
TI23508 132.8
TI23509 145.2
TI23522 154.4
TI23525 157.3
PT23505 6.395
FRCQ23506 3716.9
TT23511 232.3
TI23524 157.4
FRC23505 644.1
PRC23503 0.397
FI23511 0.0
TI23512 128.1
PRC23504 0.219
FR23508 0.0
PRC23506 0.090
FR23509 0.0
TRC23514 46.0
TO D203811
D203805
TRC23502 85.7
D203807
D203806
LRC23505 28.3
LRC23506 26.7
LRC23507 0.0
TRC23501 125.1
E203808
TO D203803
1.0MPa STEAM FROM B.L.
E203810
E203802/1-6
E203803
E203804/1,2
LRCA23512 0.0
D203816
TI23526 158.2
TRC23510 163.6
LRCA23504 56.0
FRCA23510 2906.5
LIA23510 98.9
D203812
P203803/1,2
PURIFIED WATER TO B.L.
COND. TO B.L.
FROM P203801/1,2
反再一 反再二 反再三 原料回炼 产汽系统 外取热器 燃烧室 催化剂 余热回收1 余热回收2 1主风机 1主风油系 2主风机 2主风油系 主风切换 1主风轴系 2主风轴系
气压机 增压机 气压油系 气压轴系 气压密封 分馏一 分馏二 粗汽油 顶循柴油 低温热一 低温热二 油浆 油浆产汽 油浆过滤 吸收 解吸 稳定
三塔一器 瓦斯管网 汽油精制 干气脱硫 胺液再生 液化气脱硫 酸性水一 酸性水二 酸性水三 柴油精制 渣油罐区 物料平衡 公用工程 平稳率 趋势组 ENGLISH 油浆逻辑
NOLOCK 4/7/2008 09:21:10
Graphic Trend Group SFC
Overv. Msg. Sys. Tag << >>
OPL SSL DCL TS
Operation

| PARAMETRES | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|---|---|---|---|
| Débit d'eau | m3/t | 1 | 1,2 |
| Température | °C | 30 | 35 |
| PH | - | 5,5 - 8,5 | 5,5 - 8,5 |
| $DBO_5$ | g/t | 25 | 30 |
| DCO | " | 100 | 120 |
| MES | " | 25 | 30 |
| Azote total | " | 20 | 25 |
| Huiles et graisses | mg/l | 15 | 20 |
| Phénol | g/t | 0,25 | 0,5 |
| Hydrocarbures | g/t | 5 | 10 |
| Plomb | mg/l | 0,5 | 1 |
| Chrome 3+ | " | 0,05 | 0,3 |
| Chrome 6+ | " | 0,1 | 0,5 |